



**Universidade Técnica de Lisboa  
Faculdade de Motricidade Humana**



# **O Treino da Força Reactiva no Voleibol**

**Efeitos de Diferentes Durações do Intervalo de Repouso  
no Desempenho de Exercícios de Saltos sobre Barreiras.**

**Dissertação apresentada com vista a obtenção do grau de  
Mestre em Treino de Alto Rendimento**

**Orientador: Prof. Doutor Pedro Vítor Mil-Homens Ferreira Santos**

**Júri:**

**Presidente**

**Professor Doutor Pedro Vítor Mil-Homens Ferreira Santos**

**Vogais**

**Professor Doutor Carlos Manuel Pereira Carvalho**

**Professora Doutora Anna Georgievna Volossovitch**

**Jorge Manuel Castanheira Infante**

**Lisboa 2011**



A meu irmão, por tudo o que me tem  
proporcionado, transmitido e ensinado ao  
longo da minha vida...



## **AGRADECIMENTOS**

Permitam-me que transforme este espaço na parte verdadeiramente afectiva desta tese, toda ela de carácter positivista, porque a realização de um trabalho desta natureza não seria possível sem a ajuda e colaboração de várias pessoas, a quem desejo expressar o meu agradecimento.

Gostaria de salientar algumas analogias entre a elaboração desta tese e um jogo de voleibol, nos seus variadíssimos aspectos!

Uns jogos são mais demorados, com resultados de 3-2 e outros mais céleres, quando rapidamente conseguimos terminar a partida com 3-0. Pois esta minha escrita foi um 3-2 muito demorado...

Tal como no jogo, também aqui temos constrangimentos que se substanciam em avanços, recuos e imprevistos, com processos complexos e dinâmicos que influenciam e contribuem para o resultado final. Mas esse é o caminho para a evolução, seja nos processos de jogo, seja nos processos académicos.

No aspecto da disciplina intrínseca (ao jogo?), ao rendimento, à prestação, o Treinador bem se esforçou! E que grande Treinador eu tive! Se mais e melhor não fizemos (na tese!) deve-se pura e simplesmente ao jogador. Começo assim por agradecer ao Professor Doutor Pedro Mil-Homens a orientação desta tese, sabendo de antemão que qualquer tentativa minha de adjectivação da sua acção não será (nunca) suficiente para verdadeiramente agradecer toda a ajuda, atenção, disponibilidade e conhecimento científico evidenciado, bem como pela paciência e amizade demonstrada. Estarei sempre em dívida de gratidão. Um muito obrigado.

Bem, mas o voleibol é verdadeiramente um jogo desportivo colectivo, com muitas pessoas envolvidas. Umas mais próximas do terreno de jogo, outras mais na bancada, mas contribuindo sempre para o resultado final.

A minha bancada de apoio transformou-se num grupo que passei a designar pelos "colegas de corredor". Pois este grupo é constituído pelos colegas que permanentemente se cruzavam comigo nos corredores da FMH e invariavelmente

perguntavam pelo andamento deste trabalho e se disponibilizavam a colaborar. Não é verdade Margarida Espanha? Maria de Lurdes Machado? Filomena Carnide? Isabel Fragoso? Elisabete Monteiro? Pedro Pezarat? Victor Ferreira? Vanda Correia? Helô Isa? São os verdadeiros colegas de peito. Os meus agradecimentos.

Continuando nos colegas, mas para os lados do corredor do 3º Andar, o grupo dos "Colectivos", imbuídos quiçá de espírito corporativista, (eu sei, eu sei que é de amizade!) lá davam o seu apoio sempre que nos cruzávamos (acção táctica/"tesouras"?), ou entrávamos (acção táctica/"penetração"?), nos gabinetes para discutir ou resolver assuntos de natureza pedagógica ("reunião do *staff* técnico"?). O meu obrigado à Anna Volossovitch, ao António Paulo e ao Fernando Gomes.

Mas tive no Clube uns directores sempre preocupados. O Carlos Neto, a Leonor Moniz Pereira, o João Barreiros, o Francisco Alves, o Alves Diniz e o Hermínio Barreto queriam sempre saber como estava a minha prestação! A eles o meu agradecimento pela consideração evidenciada.

Ao redor do jogador, para que nada faltasse durante a competição, um grupo dedicado de pessoas deu o seu importante contributo.

Começo pela Maria José Valamatos a quem endereço o meu muito obrigado pelos momentos que disponibilizou na construção e elaboração deste estudo, com destaque na fase inicial do mesmo.

Também agradeço à Flávia Yazigi, pela paciência que teve em rever o texto nos aspectos relacionados com a bibliografia.

Ao Sr. Lopes, que a seguir aos seus invariáveis votos de bons dias, questionava o andamento dos (treinos?) trabalhos, aqui lhe deixo a minha estima.

O meu enorme reconhecimento ao empenho daqueles mais ligados ao suor, ao calor da luta desportiva, sem os quais não haveria jogo. Aos atletas que participaram neste trabalho, que apesar do esforço que lhes foi solicitado, cumpriram com entusiasmo o compromisso assumido.

Uma palavra de apreço aos treinadores Afonso Seixas, João Correia, José Jardim, Luís Virtuoso, e Rodrigo Barroso por desde logo se terem disponibilizado a participar neste trabalho, respondendo a questões ou colocando os seus atletas à nossa disposição quando necessário. Destaco o Rodrigo Barroso, pelo apoio prestado durante o trabalho de campo, bem como pelo empenho colocado no recrutamento dos atletas.

Mas quando acaba o jogo e temos ou angústias ou euforias, normalmente há uma retaguarda de suporte. Uma referência à minha família, que sempre me dispensou e permitiu todo o tempo necessário para este empreendimento. Tempo, tive sim, mas tempo sem cumplicidade, facto esse que retira tempo, ao tempo.

Quero também referir-me com carinho a todos aqueles que estiveram perto (do jogo), que desde sempre nos incentivaram e que de uma forma ou de outra nos apoiaram. Embora não tendo uma referência particular, não serão contudo esquecidos.

Quase a finalizar o jogo, os aplausos finais. E fazendo jus ao ditado que diz que “por vezes os últimos são os primeiros”, quero agradecer à Maria João Valamatos toda a colaboração, empenho, determinação e acompanhamento que teve para comigo na feitura desta tese. Devo ir mais longe, dizendo que sem ela este trabalho não teria sido realizado.

Expresso assim a minha gratidão, utilizando as palavras de um cantor que muito prezo, dizendo: “...neste canto meu, há um mundo que é só teu...”. Obrigado.





## ÍNDICE GERAL

<b>Índice Geral .....</b>	<b>I</b>
<b>Índice de Figuras .....</b>	<b>III</b>
<b>Índice de Tabelas .....</b>	<b>V</b>
<b>Índice de Abreviaturas .....</b>	<b>VI</b>
<b>1 CAPÍTULO I — INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 Apresentação do Problema .....	2
1.2 Definição do Problema .....	6
1.3 Pertinência do Estudo .....	7
1.4 Pressupostos e Limitações do Estudo .....	9
<b>2 CAPÍTULO II — REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>11</b>
2.1 Caracterização do Voleibol.....	12
2.1.1 Caracterização genérica do jogo de Voleibol .....	12
2.1.2 Caracterização temporal e das acções do jogo de Voleibol.....	15
2.1.3 Caracterização energética e física do jogo de Voleibol .....	20
2.2 As Acções Musculares no Voleibol.....	27
2.2.1 Acções Técnicas e respectivas formas de manifestação da Força .....	27
2.2.2 O Ciclo Muscular de Alongamento-Encurtamento .....	31
2.2.2.1 Propriedades Elásticas do Músculo .....	34
2.2.2.2 Mecanismos e regulação neural .....	38
2.3 O Treino da Força Reactiva no Voleibol.....	41
2.3.1 O Treino Pliométrico .....	41
2.3.2 Classificação e organização dos exercícios pliométricos .....	43
2.3.3 O Intervalo de Repouso como factor de treino.....	47
<b>3 CAPÍTULO III — METODOLOGIA .....</b>	<b>53</b>
3.1 Introdução.....	54
3.2 Concepção Experimental.....	54
3.3 Caracterização da Amostra .....	56
3.4 Situação Experimental — Recolha de Dados.....	57
3.4.1 Caracterização do Exercício de Treino .....	58
3.4.2 Testes de Saltos Verticais.....	59

3.4.3	Procedimentos na Recolha de Lactato Sanguíneo.....	62
<b>3.5</b>	<b>Instrumentos e Equipamento Utilizados.....</b>	<b>63</b>
3.5.1	Tapetes de Contacto.....	63
3.5.2	Lactate Pro.....	64
3.5.3	Hardware e Software .....	64
<b>3.6</b>	<b>Análise Estatística .....</b>	<b>64</b>
<b>4</b>	<b>CAPÍTULO IV — APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b>	<b>67</b>
<b>4.1</b>	<b>Introdução – Estudo do Comportamento do Ciclo Muscular Alongamento- encurtamento, em exercícios de sucessivos saltos verticais sobre barreiras .....</b>	<b>69</b>
<b>4.2</b>	<b>Exercício de Treino de Saltos sobre Barreiras com Intervalos de Repouso de Curta Duração – 2 minutos .....</b>	<b>69</b>
4.2.1	Evolução dos Tempos de Contacto durante as Séries de Saltos.....	70
4.2.2	Impacto da Sessão nos Indicadores de Performance.....	71
4.2.3	Impacto Metabólico – Influência do Intervalo de Curta Duração .....	72
<b>4.3</b>	<b>Exercício de Treino de Saltos sobre Barreiras com Intervalos de Repouso de Média Duração – 4 minutos .....</b>	<b>74</b>
4.3.1	Evolução dos Tempos de Contacto durante as Séries de Saltos.....	74
4.3.2	Impacto da Sessão nos Indicadores de Performance.....	75
4.3.3	Impacto Metabólico – Influência do Intervalo de Média Duração .....	76
<b>4.4</b>	<b>Exercício de Treino de Saltos sobre Barreiras com Intervalos de Repouso de Longa Duração – 6 minutos .....</b>	<b>78</b>
4.4.1	Evolução dos Tempos de Contacto durante as Séries de Saltos.....	78
4.4.2	Impacto da Sessão nos Indicadores de Performance.....	79
4.4.3	Impacto Metabólico – Influência do Intervalo de Longa Duração .....	81
<b>4.5</b>	<b>Comparação entre Protocolos de Saltos, em função do Tempo de Recuperação entre Séries.....</b>	<b>83</b>
<b>5</b>	<b>CAPÍTULO V — CONCLUSÕES .....</b>	<b>89</b>
<b>5.1</b>	<b>Conclusões Finais .....</b>	<b>90</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>95</b>

## Índice de Figuras

<i>Figura 2-1 – Forças de reacção do apoio na fase de remate.(Adaptado de Gollhofer e Bruhn, 2003).</i> .....	29
<i>Figura 2-2 Organização e caracterização dos Métodos de Treino da Força Reactiva, segundo Schmidbleicher, 1992. (Adaptado de Schmidbleicher, 1992)</i> .....	45
<i>Figura 3-1 Disposição das barreiras para a aplicação dos protocolos de saltos verticais.</i> .....	58
<i>Figura 3-2 Executante preparado para realizar o Squat Jump (imagem da esquerda), e executante a realizar o Drop Jump (imagem da direita).</i> .....	59
<i>Figura 3-3 Desenho Esquemático do Squat Jump (SJ).</i> .....	60
<i>Figura 3-4 Desenho Esquemático do Counter Movement Jump (CMJ).</i> .....	60
<i>Figura 3-5 Desenho Esquemático do Drop Jump (DJ).</i> .....	61
<i>Figura 3-6 Imagem da recolha de sangue para avaliação do lactato sanguíneo.</i> .....	62
<i>Figura 3-7 Tapete de Contacto Tapeswitch de 20 metros, com as barreiras colocadas a uma distância de 1.20 metros entre si.</i> .....	63
<i>Figura 3-8 Sistema Ergojump de Bosco, constituído por um tapete de contacto e um microprocessador Psion.</i> .....	63
<i>Figura 4-1 Evolução dos Tempos de Contacto durante as Séries de Saltos no Protocolo com 2 minutos de recuperação. (NS: Não Significativo)</i> .....	71
<i>Figura 4-2 Elevação do Centro de Gravidade no Squat Jump (SJ), no Counter Movement Jump (CMJ) e no Drop Jump (DJ), antes e depois do protocolo de saltos com dois minutos de intervalo. *** <math>p &lt; 0.001</math>; * <math>p &lt; 0.05</math>.</i> .....	72
<i>Figura 4-3 Evolução do Lactato Sanguíneo, durante a realização do protocolo com 2 minutos de recuperação. As recolhas foram efectuadas a cada 2 minutos (imediatamente antes de cada série de saltos). A última medida corresponde ao valor obtido 2 minutos após a conclusão do exercício.</i> .....	73
<i>Figura 4-4 Evolução dos Tempos de Contacto durante as Séries de Saltos no Protocolo com 4 minutos de recuperação. (NS: Não Significativo)</i> .....	75
<i>Figura 4-5 Elevação do Centro de Gravidade no Squat Jump (SJ), no Counter Movement Jump (CMJ) e no Drop Jump (DJ), antes e depois do protocolo de saltos com quatro minutos de intervalo. * <math>p &lt; 0.05</math>.</i> .....	76
<i>Figura 4-6 Evolução do Lactato Sanguíneo, durante a realização do protocolo com 4 minutos de recuperação. As recolhas foram efectuadas a cada 2 minutos. A última medida corresponde ao valor obtido 2 minutos após a conclusão do exercício de força.</i> .....	77
<i>Figura 4-7 Evolução dos Tempos de Contacto durante as Séries de Saltos no Protocolo com 6 minutos de recuperação (** <math>p &lt; 0.01</math>).</i> .....	79
<i>Figura 4-8 Elevação do Centro de Gravidade no Squat Jump (SJ), no Counter Movement Jump (CMJ) e no Drop Jump (DJ), antes e depois do protocolo de saltos com seis minutos de intervalo. * <math>p &lt; 0.05</math>; NS Não Significativo.</i> .....	81
<i>Figura 4-9 Evolução do Lactato Sanguíneo, durante a realização do protocolo com 6 minutos de recuperação. As recolhas foram efectuadas a cada 2 minutos. A última medida corresponde ao valor obtido 2 minutos após a conclusão do exercício de força.</i> .....	82
<i>Figura 4-10 Curva de acumulação de Lactato Sanguíneo, durante a realização dos protocolos de pliometria estudados (treino de saltos). As recolhas foram efectuadas a cada 2 minutos. A última medida de cada curva corresponde ao valor obtido 2 minutos após a conclusão do exercício de força.</i> .....	87

## Índice de Tabelas

<i>Tabela 2-1 Frequência dos gestos técnicos no Voleibol, durante um Jogo e durante um Set. São apresentados os respectivos valores médios e de desvio padrão (DP). (Adaptado de Berriel e col., 2004).....</i>	<i>18</i>
<i>Tabela 3-1 Conceção Experimental.....</i>	<i>55</i>
<i>Tabela 3-2 Caracterização da amostra. Idade, massa, altura. São apresentados os valores de média e desvio padrão (DP).....</i>	<i>56</i>
<i>Tabela 3-3 Sequência das avaliações efectuadas. Saltos Verticais e Técnica de Transposição da Barreira em condições de Pré e Pós Fadiga. A ordem apresentada foi a respeitada na execução das avaliações. ....</i>	<i>57</i>
<i>Tabela 4-1 Duração da fase de impulsão (Tempo de Contacto – TC) durante as 5 séries de 20 repetições do protocolo com intervalos de repouso de 2 minutos. São apresentados os valores de média, desvio padrão (DP) e amplitude (Min – Max), das cinco séries de saltos.....</i>	<i>70</i>
<i>Tabela 4-2 Elevação do Centro de Gravidade (Ecg) nos testes de Squat Jump (SJ), Counter Movement Jump (CMJ) e Drop Jump (DJ), antes e depois da aplicação do protocolo de saltos, com 2 minutos de intervalo. São apresentados os valores de média, desvio padrão (DP), e a percentagem de variação entre os momentos inicial e final. ....</i>	<i>71</i>
<i>Tabela 4-3 Duração da fase de impulsão (Tempo de Contacto – TC) durante as 5 séries de 20 repetições do protocolo com intervalos de repouso de 4 minutos. São apresentados os valores de média, desvio padrão (DP) e amplitude (Min – Max), das cinco séries de saltos.....</i>	<i>74</i>
<i>Tabela 4-4 – Elevação do Centro de Gravidade (Ecg) nos testes de Squat Jump (SJ), Counter Movement Jump (CMJ) e Drop Jump (DJ), antes e depois da aplicação do protocolo de saltos, com 4 minutos de intervalo. São apresentados os valores de média, desvio padrão (DP), e a percentagem de variação entre os momentos inicial e final. ....</i>	<i>75</i>
<i>Tabela 4-5 Duração da fase de impulsão (Tempo de Contacto – TC) durante as 5 séries de 20 repetições do protocolo com intervalos de repouso de 6 minutos. São apresentados os valores de média, desvio padrão (DP) e amplitude (Min – Max), das cinco séries de saltos.....</i>	<i>78</i>
<i>Tabela 4-6 – Elevação do Centro de Gravidade (Ecg) nos testes de Squat Jump (SJ), Counter Movement Jump (CMJ) e Drop Jump (DJ), antes e depois da aplicação do protocolo de saltos, com 6 minutos de intervalo. São apresentados os valores de média, desvio padrão (DP), e a percentagem de variação entre os momentos inicial e final. ....</i>	<i>80</i>
<i>Tabela 4-7 Duração da fase de impulsão (Tempo de Contacto – TC) durante as 5 séries de 20 repetições de cada um dos intervalos de repouso estudados. São apresentados os valores de média e desvio padrão (DP).....</i>	<i>83</i>
<i>Tabela 4-8 Elevação do Centro de Gravidade (Ecg) nos testes de Squat Jump (SJ), Counter Movement Jump (CMJ) e Drop Jump (DJ), antes e depois da aplicação de cada protocolo de pliometria (treino de saltos). São apresentados os valores de média, desvio padrão (DP), e nível de significância estatística entre as três condições estudadas (* <math>p &lt; 0.05</math>; *** <math>p &lt; 0.001</math>).....</i>	<i>84</i>
<i>Tabela 4-9 Concentrações de Lactato Sanguíneo em repouso e após a aplicação de cada protocolo de pliometria estudado (treino de saltos). É também apresentado o valor máximo registado durante os 3 protocolos. São apresentados os valores de média, desvio padrão (DP), e nível de significância estatística (NSE) entre as três condições estudadas.....</i>	<i>88</i>

## **Índice de Abreviaturas**

CC – Componente Contráctil  
CEP – Componentes Elásticos em Paralelo  
CES – Componentes Elásticos em Série  
CG – Centro de Gravidade  
CMAE – Ciclo Muscular de Alongamento-Encurtamento  
CMJ – Contramovement jump  
DJ – Drop Jump  
EF – Fibras Musculares Extrafusais  
FNM – Fuso Neuromuscular  
IF – Fibras Musculares Intrafusais  
IR – Intervalo de Repouso  
MI – Membros Inferiores  
OTG – Orgão Tendinoso de Golgi  
SJ – Squat Jump  
SNC – Sistema Nervoso Central  
TC – Tempo de Contacto  
TD – Treino Desportivo  
TP – Treino Pliométrico  
UM – Unidades Motoras





## **CAPÍTULO I — INTRODUÇÃO**

<b>1</b>	<b>CAPÍTULO I — INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>Apresentação do Problema</b>	<b>2</b>
<b>1.2</b>	<b>Definição do Problema</b>	<b>6</b>
<b>1.3</b>	<b>Pertinência do Estudo</b>	<b>7</b>
<b>1.4</b>	<b>Pressupostos e Limitações do Estudo</b>	<b>9</b>





## CAPITULO I — INTRODUÇÃO

### 1.1 Apresentação do Problema

O salto vertical é uma acção preponderante em várias modalidades desportivas, quer sejam individuais ou colectivas, sendo, por isso, alvo de variadíssimas pesquisas, na procura de um referencial teórico para a sua compreensão e obtenção de formas prescritivas com aplicação no Treino Desportivo (Davis, *et al.*, 2006; Fukashiro, *et al.*, 1995; Gabbett, *et al.*, 2006; Offenbacher, 1970; Vanezis, *et al.*, 2005).

Se nos situarmos no jogo de Voleibol, muitas das suas habilidades técnicas envolvem este tipo de saltos, recorrendo repetidamente ao poder explosivo dos membros inferiores, fundamentalmente nas acções ofensivas do jogo.

A constante evolução deste desporto tem-se reflectido em acções cada vez mais poderosas, decisivas e ajustadas, com recurso a movimentos rápidos e explosivos, necessários para a execução dos gestos típicos da modalidade e para a obtenção dos objectivos de jogo.

Tem sido reportado que jogadores masculinos de elite realizam cerca de 250 a 300 acções explosivas durante um jogo de 5 sets, assumindo-se os saltos como acções determinantes do jogo (Hasegawa, *et al.*, 2002). Entre essas acções encontram-se as técnicas de remate, bloco e serviço, onde é sempre necessário atingir elevadas alturas de contacto com a bola. As situações de ataque e bloco representam cerca de 45% das acções totais de jogo e são também responsáveis por 80% dos pontos obtidos em jogos internacionais (Voigt & Vetter, 2003). O sucesso destas técnicas, assim como o serviço, depende da altura em que ocorrem relativamente à rede e são determinadas pela capacidade de elevação vertical do atleta. Esta mesma preocupação está também associada à realização do passe para o ataque por parte do distribuidor de jogo.

Constata-se assim que as qualidades básicas e fundamentais da prestação individual no jogo de voleibol, a nível físico, residem na força explosiva e reactiva dos membros inferiores. É então necessário recorrer a métodos de treino, como sugere Chu (1998),





que desenvolvam de uma forma óptima as capacidades de força e de velocidade de contracção muscular, de modo a permitir a realização de movimentos rápidos e explosivos, que promovam a altura de salto.

Schmidtbleicher (Schmidtbleicher, 1985, 1985a; Schmidtbleicher & Gollhofer, 1991) propôs-nos uma classificação para os métodos de treino da força agrupando as formas de trabalho mais utilizadas em quatro grandes tópicos, tendo como denominador comum as suas características principais, ao nível da organização da carga e tipos de acção muscular, atribuindo o nome ao método com a adaptação, muscular ou nervosa, a que conduz (Mil-Homens, 1995).

Assim, os métodos de treino da força propostos receberam a designação de Hiperftofia Muscular; da Taxa de Produção de Força; Mistos e Reactivos.

Para o nosso estudo e dentro desta taxonomia, interessam-nos fundamentalmente os métodos reactivos, que visam potenciar o Ciclo Muscular de Alongamento-Encurtamento (CMAE), com relevância na melhoria do padrão de inervação dos músculos envolvidos. O CMAE é uma forma natural de funcionamento muscular, mas ao mesmo tempo particular, que se caracteriza pela acção concêntrica do musculo quando imediatamente precedida de uma acção excêntrica.

Enoka (1994) afirma que o resultado deste ciclo de alongamento-encurtamento (acção excêntrica-concêntrica) traduz-se numa maior quantidade de trabalho realizado na fase concêntrica, do que se apenas usasse a acção muscular concêntrica. A combinação destas duas acções constitui um movimento típico de locomoção humana e por consequência, dos saltos (Bobbert & van Ingen Schenau, 1990; P. Komi & Bosco, 1978; Mil-Homens, 1995).

Os multi-saltos são muito utilizados em Treino Desportivo (TD) por terem a possibilidade de incorporar numerosos elementos coordenativos e ser um estímulo suficientemente forte para aumentar a eficiência do CMAE e o grau de desenvolvimento da força, e por consequência a "performance" no salto. A utilização de exercícios de saltos verticais e horizontais é referidos como um treino mais



específico para aumentar a capacidade do sistema muscular, como um todo, de gerar força rapidamente (Ugrinowitsch & Barbanti, 1998).

Vários tipos de saltos podem ser usados. Assim, temos saltos sem progressão, saltos com progressão e saltos em profundidade (Mil-Homens, 1995).

Como o próprio nome sugere, nos saltos sem progressão incluímos os exercícios que não envolvem uma progressão horizontal.

Ao se verificar uma progressão horizontal, como acontece por exemplo nos saltos sobre bancos ou transpondo barreiras, estamos a trabalhar com exercícios pertencentes ao grupo dos saltos com progressão.

Já os saltos em profundidade se caracterizam pela queda de alturas, mais ou menos elevadas, para planos inferiores.

Uma forma de trabalho em TD que utiliza os saltos, quer horizontais quer verticais e que se enquadra no desenvolvimento da Força Reactiva é o treino pliométrico (TP). A pliometria é um método de treino potenciador do CMAE, baseando a sua estrutura na utilização de variados e repetidos exercícios de saltos que permitem ao músculo atingir um elevado nível de força explosiva. Este tipo de treino tem sido reportado como meio de desenvolvimento da altura de salto (Drauchke & Schulz, 2002; Fatouros, *et al.*, 2000), da economia de corrida (Turner, *et al.*, 2003) e da condição física em geral (Rimmer & Sleivert, 2000).

Por estas razões, o treino pliométrico tornou-se gradualmente conhecido e aceite pelos treinadores que pretendem desenvolver nos seus atletas níveis de força explosiva em curtos períodos de tempo (e.g. oito a 12 semanas) (Blakey & Southard, 1987; Wilson, *et al.*, 1993), sendo integrado nas rotinas de desenvolvimento da força como parte integrante e imprescindível do regime de treino normal (Blattner & Noble, 1979).

Um dos aspectos fundamentais associados à prescrição destes exercícios de treino é a relação trabalho-pausa, já que a capacidade de manter um número de repetições consistentes, ao longo da execução das séries prescritas, é um factor importante para o trabalho de força (Willardson, 2006). É determinante na capacidade continuada de



executar os exercícios propostos a duração do intervalo de repouso, nomeadamente na execução de séries.

Segundo Brochado & Kokubun (1997) e Miranda & Kokubun (2001) a realização de acções explosivas máximas pode ser prolongada por longos períodos de tempo em actividades de carácter intermitente, desde que a relação trabalho-pausa seja adequada. Se esta condição não for garantida, conduzirá à deterioração da resposta muscular (Fits, 1994) e, consequentemente, da performance de salto. O mesmo autor refere ainda que este efeito pode ser parcialmente ou totalmente revertido através da manipulação e controlo da duração do intervalo de repouso.

Assim, uma das variáveis determinantes da capacidade de manutenção de níveis óptimos de resposta mecânica durante a realização de exercícios pliométricos é o controlo do tempo de repouso entre as séries de salto prescritas.

Tem sido prática corrente no nosso país, a utilização deste método de treino na preparação específica dos jogadores de voleibol, daí que tenha surgido a curiosidade de estudar o que habitualmente é prescrito pelos treinadores relativamente ao desenvolvimento deste particular factor de rendimento. Partimos assim do que se faz no terreno, para este estudo de investigação, que esperamos possa sugerir ou indiciar algumas formas de trabalho que melhor se ajustem ao desenvolvimento neuromuscular pretendido.

Assim sendo, a presente investigação foi desenvolvida com o intuito de determinar o intervalo de repouso entre séries de saltos que permita a manutenção da máxima altura de salto. Partimos do pressuposto que um adequado período de repouso entre os exercícios pliométricos usualmente utilizados por treinadores nacionais de voleibol, promove a manutenção dos níveis de desempenho nas séries subsequentes, e contribui para o desenvolvimento da capacidade individual de salto a médio/longo prazo.

O que se pretendeu como este estudo foi analisar os meios e métodos de treino utilizados para melhorar a “performance” nas acções de salto vertical, relacionando-os



com o referencial teórico que fundamenta acções motoras em CMAE, e procurar otimizar o intervalo de recuperação, investigando as relações entre o tempo de esforço e o tempo de pausa e o respectivo impacto metabólico e fisiológico.

## **1.2 Definição do Problema**

Em função do atrás exposto, o objectivo principal deste estudo consistiu na análise dos métodos de treino da força reactiva usualmente prescritos pelos treinadores nacionais de voleibol, e a determinação dos tempos de repouso entre séries que permitam a manutenção da capacidade máxima de salto. Para a consecução deste objectivo recorreremos à comparação de três tipos de organização de carga, controlando a intensidade de esforço, através da manipulação da duração da fase de repouso entre exercícios.

De forma mais detalhada foram, igualmente, objectivos deste trabalho:

- Analisar os tempos de contacto no solo ao longo de várias séries de multi-saltos, transpondo barreiras;
- Analisar os valores do Squat Jump (SJ), Countermovement-Jump (CMJ) e Drop Jump (DJ), no início e no final de cada sessão experimental;
- Analisar o impacto metabólico e fisiológico de cada protocolo de treino, através do registo dos níveis de concentração de lactato sanguíneo basal e durante a aplicação da carga de treino;
- Estabelecer relações entre a variação dos parâmetros temporais nos apoios de impulsão e o valor do intervalo entre séries;
- Estabelecer relações entre a variação dos parâmetros temporais nos apoios de impulsão e a intensidade da carga de treino, através do registo dos níveis de concentração de lactato em função da duração do intervalo de repouso entre séries;



### 1.3 Pertinência do Estudo

A capacidade de salto é uma complexa acção multi-articular que depende não só da capacidade de produção de força, mas também de elevados níveis de potência muscular (Davis, *et al.*, 2006; Fatouros, *et al.*, 2000; Vanezis, *et al.*, 2005). Entre os diversos factores que têm sido referenciados como determinantes na capacidade de salto vertical, incluem-se os níveis de força desenvolvidos pelos músculos que envolvem as articulações coxo-femoral, joelho e tíbio-társica (Fatouros, *et al.*, 2000), a taxa de produção de força produzida por esses grupos musculares (Schmidtbleicher, 1992; Kraemer e Newton, 1994) e a coordenação neuromuscular do movimento (Kraemer e Newton, 1994).

Como forma de desenvolvimento destes factores de rendimento, têm sido utilizados métodos de treino da força reactiva (Schmidtbleicher, 1992) normalmente designados por métodos pliométricos. Os exercícios típicos destes métodos são, normalmente, saltos verticais e horizontais e envolvem sequências de acções musculares excêntricas-concéntricas (Mil-Homens, 1995). O seu principal objectivo é a potenciação das capacidades do CMAE (P. V. Komi, 1984), aumentando a capacidade do complexo músculo-tendinoso de gerar e produzir força rapidamente. Estes exercícios evocam as propriedades elásticas das fibras musculares e do tecido conjuntivo e promovem o armazenamento e utilização de energia potencial. Este armazenamento resulta da tensão desenvolvida pelo rápido alongamento muscular durante fase de desaceleração, sendo posteriormente recuperada durante a fase concêntrica do salto (Asmussen & Bonde-Petersen, 1974; G. Cavagna, 1997; P. V. Komi, 1984).

Para além disso, exercícios desta natureza promovem também respostas de origem reflexa, uma vez que o rápido alongamento muscular estimula o reflexo miotático ou reflexo de alongamento (Allerheiligen, 1994). Este reflexo permite que a resposta do músculo seja imediata, por ser monossináptico, levando-o a contrair-se de uma forma mais rápida e com maior potência (Dintiman & Ward, 1988). Ao contrário, o reflexo miotático inverso com origem no órgão tendinoso de Golgi, desencadeado em resposta ao alongamento do tendão resultante de contracções musculares potentes, diminui a capacidade contráctil muscular. A relação mantida entre estes dois mecanismos define



o conceito de *Stiffness*, que pode ser definido como a capacidade do sistema neuromuscular resistir a uma carga de alongamento (Latash & Zatsiorsky, 1993).

O principal factor que influencia o *Stiffness* é o nível de fadiga neuromuscular. Elevados níveis de fadiga diminuem o *stiffness* muscular, resultando da deterioração da resposta mecânica e na eficiência do movimento (Dutto & Smith, 2002). A literatura tem sugerido a realização de exercícios de treino explosivos em condições de ausência de fadiga. No estado de fadiga, as adaptações neurais são reduzidas e a magnitude de adaptações positivas ao estímulo de treino diminuem significativamente (Young, 2000).

Isto porque o sistema neuromuscular diminui a sua capacidade de tolerância ao alongamento e às cargas de impacto, provocando o consequente aumento do tempo de desaceleração e de transição alongamento-encurtamento e comprometendo, assim, as adaptações positivas ao estímulo de treino. Por outro lado, um estado não fatigado possibilita respostas mecânicas mais potentes e explosivas que conduzem a adaptações positivas na capacidade de salto a médio/longo prazo.

Desta forma, parece-nos de relevante importância a determinação, prescrição e utilização de correctos intervalos de repouso entre séries de saltos, que evitem estados de fadiga prejudiciais ao objectivo do treino. Da análise de literatura efectuada, encontrámos poucos estudos que se centram na correcta determinação desta variável, e os existentes, focam-se principalmente no treino com cargas (Weiss, 1991; Willardson, 2006), no treino complexo (Docherty, *et al.*, 2004), ou em situações singulares de salto em profundidade (Read & Cisar, 2001).

É precisamente para tentar ultrapassar esta recomendação da prescrição no treino da força reactiva em CMAE, que propomos o presente estudo, na tentativa de encontrar algumas invariantes que permitam determinar e prescrever um modelo de aplicação com multi-saltos, que possa ser executado no treino, pela maioria dos atletas, rentabilizando o tempo de treino e os espaços desportivos utilizados.

Adveio esta nossa preocupação do facto de este tipo de treino ser muito comum em equipas de Voleibol. Partimos da realidade de treino para a experimentação.



Estudámos o que os treinadores habitualmente fazem, para podermos sugerir ou indicar alguns detalhes, que possam potenciar a sua forma habitual de trabalho neuromuscular.

Gostaríamos assim de ser capazes de sugerir aos treinadores qual o intervalo de repouso que deve ser usado, com determinado número de saltos e de séries, na situação de desenvolvimento da impulsão vertical, através de multi-saltos com a utilização de barreiras, de forma a otimizar quer a gestão do tempo de treino, quer a rentabilidade do trabalho específico a realizar.

#### **1.4 Pressupostos e Limitações do Estudo**

Uma vez que o objectivo do presente estudo foi analisar a relação entre a variação dos parâmetros temporais de contacto no solo e o intervalo de repouso entre séries de multi-saltos, para determinar a instalação (ou não) de fadiga, encontrámo-nos no âmbito da Biomecânica, mais especificamente no campo da dinâmica e sua interacção com mecanismos biológicos.

A quantificação dos parâmetros dinâmicos foi realizada a partir do uso de tapetes de contacto. No entanto, algumas condicionantes na realização desta investigação podem intervir na validade dos resultados, nomeadamente:

- a) O estudo limitou-se a parâmetros biomecânicos dinâmicos, não levando em conta os parâmetros cinemáticos na transposição das barreiras;
- b) O estudo limitou-se à situação de treino e nas condições mencionadas na metodologia, não sendo possível aferir ou extrapolar para a performance efectiva em situação competitiva;
- c) A presença de fadiga numa componente mais biológica, foi determinada através da concentração de lactato no sangue, pressupondo-se esta como o indicador de fadiga que assegura a fiabilidade dos resultados.







## Capítulo II — REVISÃO DA LITERATURA

<b>2</b>	<b>CAPÍTULO II — REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1</b>	<b>Caracterização do Voleibol .....</b>	<b>12</b>
2.1.1	Caracterização genérica do jogo de Voleibol .....	12
2.1.2	Caracterização temporal e das acções do jogo de Voleibol.....	15
2.1.3	Caracterização energética e física do jogo de Voleibol .....	20
<b>2.2</b>	<b>As Acções Musculares no Voleibol.....</b>	<b>27</b>
2.2.1	Acções Técnicas e respectivas formas de manifestação da Força .....	27
2.2.2	O Ciclo Muscular de Alongamento-Encurtamento .....	31
2.2.2.1	Propriedades Elásticas do Músculo .....	34
2.2.2.2	Mecanismos e regulação neural .....	38
<b>2.3</b>	<b>O Treino da Força Reactiva no Voleibol.....</b>	<b>41</b>
2.3.1	O Treino Pliométrico .....	41
2.3.2	Classificação e organização dos exercícios pliométricos .....	43
2.3.3	O Intervalo de Repouso como factor de treino.....	47





## **CAPÍTULO II — REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 Caracterização do Voleibol**

#### **2.1.1 Caracterização genérica do jogo de Voleibol**

O voleibol foi inventado por William G. Morgan, nos Estados Unidos da América, nos finais do século XIX. Tinha como objectivo inicial proporcionar uma actividade física leve e agradável, não muito cansativa a homens de negócios de meia-idade. Desde então o jogo foi evoluindo e rapidamente se afastou dos princípios que estiveram na sua génese, difundiu-se por todo o mundo, tendo adquirido o estatuto de modalidade olímpica em 1964, nos Jogos de Tóquio. Foi sem dúvida um salto qualitativo para a modalidade, tendo provocado diversas alterações, tanto no campo técnico e tático, como na própria mediatização e evolução das regras, traduzindo-se numa maior exigência ao nível da prestação desportiva dos atletas.

O Voleibol define-se hoje como um jogo desportivo colectivo de cooperação-oposição (Teodorescu, 1984) disputado por duas equipas de 6 jogadores numa área de jogo com as dimensões de 18 por 9 metros, dividido ao meio por uma rede, cuja altura varia consoante o escalão etário e o género. Distingue-se dos demais jogos desportivos colectivos em função de especificidades estruturais e características resultantes do regulamento técnico (Mesquita, 1998).

A prestação decorre de uma estrutura multifactorial complexa (Baache, 1984). Esta estrutura resulta da interacção perfeita de vários factores nomeadamente técnicos, táticos, condicionais e psicológicos, entre outros.

O objectivo de jogo é genericamente enviar a bola por cima da rede, procurando que esta contacte o campo contrário e impedir, por outro lado, que ela toque o chão do seu próprio campo, sempre em conformidade com as regras do jogo.



Para este efeito os jogadores, em número de seis por equipa, têm à sua disposição gestos técnicos próprios da modalidade como o serviço, o toque de dedos, a manchete, o remate, o bloco e o mergulho.

A maior parte das acções realizam-se dentro da área de jogo, embora dependendo das circunstâncias, os jogadores possam ser obrigados a jogar a bola para lá dos limites do campo, mas sempre dentro da área de competição. A equipa tem a possibilidade de executar três contactos sobre a bola (para além do toque do bloco) para organizar o seu jogo, antes de enviar a bola para o campo adversário

De entre as características próprias do Voleibol, destaca-se a previsibilidade das acções de jogo, uma vez que “a lógica acontecimental das acções de jogo é determinada regularmente, obedecendo a uma sequência de realização, decorrente do limite máximo de três toques por equipa” (Mesquita, 1998), o que lhe confere uma estrutura mais determinista (Parlebas, 1988). Esta lógica advém dos procedimentos típicos do jogo: serviço, recepção, distribuição, ataque, bloco e defesa.

Desta forma, o jogo de Voleibol inicia-se com a realização do serviço da equipa A, seguido da recepção, distribuição e ataque da equipa B, havendo depois lugar ao bloco, defesa e contra-ataque da equipa A. Caso o ponto se mantenha em disputa, as acções entram numa sequência cíclica de jogo (Beal, 2002) que termina com a conquista do ponto por parte de uma das equipas. Deste carácter cíclico e sequencial das acções do jogo de Voleibol, é possível diferenciar distintas fases ou complexos de jogo (Beal, 1989; Monge, 2001; Moutinho, 2000; Ureña, *et al.*, 2003).

Segundo Moutinho (1995) e Mesquita (2005), podemos sintetizar alguns dos aspectos fundamentais do Voleibol:

- Ausência de contacto físico e de luta directa pela posse da bola;
- Na competição, está sempre em jogo a vitória, pois não há empates;
- Preparação exigente por parte dos praticantes, já que o jogo não tem duração determinada;



- Apesar de todos os jogadores terem de passar por todas as zonas do campo, assiste-se a uma especialização funcional por parte destes, ainda que alguns procedimentos característicos do jogo são de execução obrigatória para todos;
- Situações regulamentares diferenciadas consoante as zonas do campo ocupadas
- Substituições regulamentadas e limitadas;
- A bola não pode ser agarrada nem conduzida;
- Número limitado de contactos na bola por jogador e por equipa.

Como já referimos anteriormente, o voleibol modificou-se muito desde o seu surgimento e continuará seguramente a ser uma modalidade desportiva com potencial para evoluir em diferentes domínios. Esta evolução não se restringe apenas ao nível do treino, ou no plano técnico-tático, mas também nos aspectos regulamentares. As alterações às regras do Voleibol ao longo dos tempos, sempre têm tido, como pano de fundo, a preocupação de sobrepor a prevalência das acções ofensivas sobre as defensivas.

Em 1999, a Federação Internacional de Voleibol (FIVB) introduziu importantes mudanças estruturais no jogo, através de alterações no sistema de pontuação e na possibilidade de utilização do jogador “libero”. A introdução deste jogador, especializado na acção defensiva, e o novo sistema de pontuação, levaram Zimmerman (1999) a afirmar que estas foram as alterações mais significativas na história regulamentar do Voleibol.

Estas alterações regulamentares, mormente o sistema de pontuação directo, proporcionou, simultaneamente, modificações a nível do espectáculo (menor duração do tempo de jogo e mais entusiasta) e da preparação do treino e da competição – cada jogada culmina, obrigatoriamente, na atribuição de um ponto a uma das equipas, pressionando ambas para a conquista constante de cada jogada.

Cabe aqui salientar um aspecto particular do voleibol que é o facto de o tempo não ser um factor limitativo da actividade, pois o jogo não tem uma duração estipulada de antemão, termina quando uma das equipas ganhar três *sets*.



### 2.1.2 Caracterização temporal e das acções do jogo de Voleibol

Com a entrada em vigor da nova forma de pontuação, bem como a limitação em relação ao tempo para a execução do serviço, inverteu-se a tendência existente de um aumento progressivo quer da duração dos *sets*, quer dos jogos.

Esta tendência é mencionada por Drauchke & Schulz (2002) e Ureña (2000), cujos estudos referem uma duração média do *set* entre 20 e 25 minutos, contra os 22-27 minutos do sistema antigo, repercutindo-se na duração média final do jogo, corroborados por outros investigadores atentos a estas mudanças (Abreu, 2003; Bellendier, 2003; Berriel, *et al.*, 2004; Esper, 2003; Millán, *et al.*, 2001; Pino, *et al.*, 2002).

Ureña (2000) estudou as alterações que ocorreram na duração dos jogos com a mudança das regras. A análise incidiu sobre os jogos da 1ª Liga Masculina de Voleibol Espanhola na época de 97/98, em que ainda estavam vigentes as regras antigas, e na época de 98/99, com as regras actuais. O estudo refere que a duração média de um jogo antes das alterações às regras rondava os 96 minutos, passando para cerca de 67 minutos após as alterações, fruto da diminuição na duração dos *sets*. Também Kountouris & Laios (2000) verificaram uma redução de 5.5 minutos em média (de 23,5 para quase 18 minutos). Os jogos mais demorados, com as novas alterações às regras, tendem a ser mais curtos. Comparando, na época competitiva de 1998-99 os jogos não duraram mais de 119 minutos, enquanto que em 1997-98 cerca de 21,4% dos jogos duraram entre 120-150 minutos e 3,1% dos jogos duraram mais de 150 minutos (Abreu, 2003).

Estudos de Scates & Linn (2003) confirmam a duração média de uma jogada próxima dos oito segundos (7,6), mas obtiveram valores um pouco mais elevados para o tempo de interregno entre jogadas: 14,1 segundos. De uma forma mais abrangente, Drauchke *et al.* (2002) afirmaram que 95% das jogadas ocorrem num intervalo de tempo entre os 3 e os 17 segundos.



Abreu (2003) refere que num jogo de 3 *sets*, a duração média é de uma hora e trinta minutos, sendo o tempo real de jogo de 33 minutos e a duração média de *rally* de sete segundos. Interessante referir que existe uma relação aproximada entre *rally* e pausa de 1:2 (Barroso, 2005; Viitasalo, *et al.*, 1987). Esta relação é determinante na caracterização energética do jogo e por consequência nos aspectos mais relacionados com o treino físico. É fundamental que uma equipa esteja todo este tempo preparada para realizar as acções explosivas a níveis perto, ou mesmo, no máximo. – como pode uma equipa vencer o jogo se a altura do salto dos atacantes, dos bloqueadores e do distribuidor decresce acentuadamente à medida que o jogo decorre?

Berriel, *et al* (2004), afirmam que a vitória de uma equipa num jogo está, em grande parte dependente da capacidade de saltar. A capacidade de realizar o remate o mais alto possível, permite visar três objectivos (Barroso, 2005; Moutinho & Fernandes, 1996; Sardinha, 1993):

- rematar a uma altura elevada de modo a melhorar a vertente táctica do remate, incrementando a diferença entre a altura do remate e do bloco, a fim de ampliar a possível direcção do remate;
- rematar com maior velocidade, diminuindo o índice defensivo da equipa adversária;
- rematar para as zonas desprotegidas da defesa, de acordo com a posição do bloco e da defesa baixa.

O ataque, fundamentalmente expresso no remate e na capacidade de salto, é determinante no Voleibol de alto rendimento, com supremacia sobre a defesa (Hyppolyte, 1993). O remate é, assim, a forma mais eficaz de finalização do ataque no jogo e o sucesso competitivo de uma equipa depende da sua eficácia (Vieira & Fergusson, 1996). A este respeito, Selinger (1986) ainda tem uma posição mais ousada, afirmando que uma equipa sem um ataque forte não pode ter sucesso, mas que uma equipa com forte ataque ainda que com uma defesa fraca, pode ganhar.

Fica, desta forma, bem demonstrada a importância e influência do ataque no sucesso competitivo em Voleibol, reafirmadas por vários autores (Bellendier, 2002; Cunha & Marques, 2003; Hayrinen, 2004; Mesquita, *et al.*, 2002; Moutinho, *et al.*, 2003; Ureña,



*et al.*, 2003), sendo o remate um aspecto central no rendimento das equipas (McLaughlin, 2006; Yiannis & Panagiotis, 2004).

Contudo, e apesar da influência deste gesto técnico na prestação da equipa, não podemos negligenciar os restantes gestos técnicos que predominam num jogo de voleibol, sendo igualmente vistos como acções explosivas: o bloco, o serviço em suspensão, o passe em suspensão e mesmo a defesa baixa, onde a realização de alguns gestos defensivos solicitam e desencadeiam os mesmos mecanismos que as acções já citadas.

O passe em suspensão tem sido cada vez mais utilizado e referenciado na eficácia do ataque. Diversos estudos salientam a vantagem do ataque quando o tempo que medeia entre o passe e o batimento da bola no remate é diminuto (Afonso, *et al.*, 2005b; Bellendier, 2003; Bizzocchi, 2000; César & Mesquita, 2006).

A evolução constante do jogo tem sido no sentido de conseguir um ataque mais alto, rápido e forte, bem como um serviço mais agressivo, na procura de uma vantagem espacial e temporal para as acções referenciadas.

Num estudo de Berriel, *et al.* (2004), os investigadores quantificaram os saltos verticais realizados ao longo da época desportiva no campeonato masculino do Brasil, num total de 29 jogos, correspondendo a 116 *sets*. Exceptuando as acções do líbero, todas as outras funções foram consideradas, dividindo-se os saltos verticais pelas seguintes categorias: - ataque; - bloco; - serviço; - finta; - distribuição. Na página seguinte apresentamos os valores resultantes desse estudo (tabela 2.1).



Tabela 2-1 Frequência dos gestos técnicos no Voleibol, durante um Jogo e durante um *Set*. São apresentados os respectivos valores médios e de desvio padrão (DP). (*Adaptado de Berriel e col., 2004*)

Acção Técnica	Jogo	Set
	Média ± DP	Média ± DP
Serviço	92.55 ± 13.08	23.14 ± 3.94
Ataque	90.31 ± 19.58	22.58 ± 5.81
Bloco	184.9 ± 37.31	46.22 ± 11.63
Finta	37.97 ± 8.79	9.49 ± 3.32
Distribuição/Passe	63.97 ± 16.78	15.99 ± 5.27

Sem observarmos as frequências registadas, e centrando apenas a atenção para as acções técnicas estudadas, verificamos que a maioria dos gestos técnicos utilizados no voleibol estão aqui presentes (excluiu-se apenas recepção e defesa). Relativamente às frequências, notam-se valores elevados exceptuando na finta, destacando-se o bloco.

González (2001) observou o número total de intervenções do jogador libero e, independentemente da intensidade realizada, verificou que, nos 54 minutos em que estava em campo, realizava 358 acções, das quais 347 eram de intensidade média e 11 de máxima intensidade.

Verificamos assim que no voleibol são as acções explosivas, maioritariamente através de saltos verticais, que todo o jogo se desenvolve. Destacamos, ao nível dos gestos técnicos, três acções explosivas que condicionam o rendimento de uma equipa: o remate, o serviço em suspensão (Dupuis & Tourny-Chollet, 2003) e o bloco. Black (1995) refere que, do total das acções explosivas realizadas num jogo de 5 sets, 50% a 60% eram impulsões verticais, 27% a 33% eram deslocamentos e 12% a 16% eram gestos defensivos.

Contudo, interessa-nos igualmente compreender a natureza das acções explosivas de modo a que a especificidade na sessão de treino seja adequada e coerente ao que se desenrola em competição. Viitasalo, *et al.* (1987) num estudo que tinha como objectivo discriminar os níveis de solicitação energética, agruparam, nos jogos observados e





para cada atleta, as acções explosivas (saltos, deslocamentos rápidos, mergulhos) e a duração que separava cada uma delas. Verificaram que em 40% dos casos um atleta poderia realizar uma acção explosiva e, nos 20 segundos seguintes, realizar uma outra. Corroborando estes valores e já após a introdução das alterações nas regras, Barroso (2005) encontrou valores similares em jogos entre equipas do campeonato nacional português e jogos da liga mundial de 2002.

O que temos vindo a referir, é que para o desenrolar de cada jogada, existem uma diversidade de acções técnicas e tácticas, que se sucedem em grande quantidade e são repetidas frequentemente, estando, cada jogador, sujeito a diferentes solicitações, não apenas de jogada para jogada, mas também durante a mesma jogada.

Observando o jogo, constatamos que ele não solicita um esforço contínuo, é antes uma modalidade caracterizada por esforços intensos de curta duração, interrompidos por breves repousos ou esforços de menor intensidade. McLaren (1990) caracteriza o voleibol como uma actividade "duplamente acíclica", pela sua alternância entre períodos de intensa actividade, com períodos de relativa acalmia. As diversas situações e solicitações do jogo implicam esta alternância de esforço intenso e repouso, repetindo-se de forma acíclica ao longo da sua duração.

Tendo em conta as acções típicas de cada zona do campo de voleibol, Vargas (1982) considera as acções da zona de ataque, que incluem saltos de elevação máxima em ataque e bloco, deslocamentos e combinações de saltos com deslocamentos, e as acções realizadas na zona defensiva, que no voleibol moderno, também incluem saltos de elevação máxima para a execução de ataque da zona defensiva e deslocamentos em posição defensiva, bem como usando técnicas mais acrobáticas de defesa.

Com a sua especificidade, este desporto viu surgir jogadores cada vez mais altos e fortes, numa clara exigência quer morfológica, quer física, aspecto que influencia grandemente o nível das acções de ataque e bloco (Drauchke & Schulz, 2002). Aqui vemos, claramente, uma interligação entre a técnica, a táctica e a condição física. Alterações na condição física modificam, seguramente, a técnica e as soluções tácticas.



Em alto rendimento desportivo, os factores que diferenciam os voleibolistas parecem acentuar-se quando os níveis de preparação física individual são superiores (Bompa, 1990). Os jogadores devem, então, manter elevados níveis de eficácia nas acções durante a competição e apresentarem-se superiormente apetrechados do ponto de vista energético para que consigam suportar a respectiva exigência fisiológica.

O treino deve ser, então, integrador nos factores que influenciam o rendimento e a potenciação das capacidades dos voleibolistas, que se querem cada vez mais altos, longilíneos e fortes, mas também com grandes capacidades volitivas e inteligentes.

### **2.1.3 Caracterização energética e física do jogo de Voleibol**

O voleibol é uma modalidade desportiva de carácter intermitente (Viitasalo, *et al.*, 1987) e, como tal, engloba variações de intensidade durante a competição. Depende, em grande parte, da fonte energética de creatina-fosfato, mas necessita de uma assinalável base aeróbia para suportar a duração total de um jogo de voleibol (Tant, *et al.*, 1993). Esta opinião é corroborada por Conlee, McGowan, Fisher, Dalsky, & Robinson (1982) ao considerarem o voleibol uma modalidade desportiva que combina as componentes aeróbia e anaeróbia.

Tanguay, (1986) e Sawula, (1991) quantificam um pouco mais, e na situação de múltiplas intervenções na rede, referem o Voleibol sendo uma actividade com características aeróbias (50%), com uma participação importante dos processos anaeróbios-alácticos (40%) e com alguma produção de energia resultante dos processos anaeróbios-lácticos (10%). É, então, uma modalidade em que está presente um tipo de esforço misto e neste sentido, os vários sistemas metabólicos produtores de energia dão importantes contributos e complementam-se. Estamos, portanto, em presença de um esforço de características aeróbias intercalado com esforços curtos de elevada intensidade, que recorrem ao metabolismo anaeróbio aláctico e láctico.

Destas acções eminentemente anaeróbias, destacam-se os saltos realizados por jogo. Estudos referem que cada jogador realiza, em média, 40 saltos num jogo de 3 *sets*,



durante um período de tempo que se prolonga até aos 90 minutos. O tempo real de jogo cifra-se nos 33 minutos e a duração média de *rally* nos sete segundos (Abreu, 2003).

Quando o jogo obriga a acções de força, velocidade e potência de elevada intensidade, como são as execuções dos remates, blocos e movimentos defensivos, o jogador solicita nestes casos o processo anaeróbio-aláctico, no fundo o sistema ATP-CP (Cardinal, 1993; Mirella, 2001; Tanguay, 1986). Este processo energético caracteriza-se por gerar grandes quantidades de energia, sem produzir ácido láctico, mas só poder ser solicitado para acções de curta duração, normalmente inferiores a 10 segundos.

Mas como, por vezes, nos deparamos com acções prolongadas de elevada intensidade, solicitamos também, o processo anaeróbio-láctico. Esta via energética, que produz ácido láctico resultante da degradação do glicogénio em ausência de oxigénio, condiciona a continuidade do trabalho muscular.

Com o intuito de avaliar a participação do processo anaeróbio-láctico nas tarefas habituais dos jogadores, alguns estudos analisaram a evolução das concentrações de lactato sanguíneo durante o jogo. Num desses estudos (Seixo & Santos, 1998), encontraram-se concentrações de lactato de  $6,4 \text{ mmol.l}^{-1}$ , o que representa um esforço de alguma intensidade láctica. No entanto, outros estudos apontam valores de lactatémia sanguínea abaixo do limiar anaeróbio ( $\leq 4 \text{ mmol.l}^{-1}$ ), não ocorrendo, na maior parte dos casos, acumulação significativa em situação de competição (Barroso, 2005; Conlee, *et al.*, 1982; Dyba, 1982; Kunstlinger, *et al.*, 1987). Esse facto talvez se deva à curta duração das jogadas, que se desenrolam num tempo insuficiente (7 segundos) para uma produção significativa de lactato, e aos intervalos de descanso entre jogadas. Estes são suficientes para a regeneração rápida dos fosfatos e a eliminação ou resíntese parcial ou total dos índices de lactato produzidos durante as poucas fases anaeróbias-lácticas.

Assim, de acordo com vários autores (Black, 1995; Gadenken, 1999; Tant, *et al.*, 1993), esta modalidade desportiva solicita predominantemente a fonte anaeróbia aláctica para as suas acções explosivas e requer apenas uma pequena parcela da fonte anaeróbia



láctica. Verificamos isto devido às breves durações das acções explosivas e à relação entre acção e pausa, visto que o ATP e a fosfocreatina muscular são utilizados e ressintetizados aerobicamente nos intervalos das acções, evitando a acumulação de ácido láctico.

Relativamente ao metabolismo aeróbio, dada a prolongada duração dos jogos, a sua importância como fonte energética não nos parece questionável. Este processo bioquímico pode prolongar-se, de forma quase inesgotável, na presença de oxigénio. As grandes funções orgânicas, como a fixação e o transporte de oxigénio são as maiores condicionantes para a eficácia ou condicionamento desta fonte energética.

Assim, a potência aeróbia dos jogadores de voleibol, valorizada através do consumo máximo de oxigénio –  $VO_{2\text{máx}}$ . foi referenciada por vários autores (Cardinal, 1993; Viitasalo, *et al.*, 1987). Os valores encontrados situaram-se entre os 51,6 e os 60,2  $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ . Quando comparados com os valores de atletas de desportos cíclicos ou até de outras modalidades colectivas, é inferior ao evidenciado por estes. Contudo, os valores apresentados são suficientes para limitar a produção de lactato e favorecer a recuperação, em situações de treino ou competição (Viitasalo, 1991). No entanto, referir também que os valores acima mencionados são elevados se considerarmos a população normal (Astrand & Rodahl, 1986).

Sintetizando a importância e o contributo da capacidade aeróbia, ela revela-se importante para os jogadores de voleibol ao contribuir para restituir o débito energético que se verifica durante as fases de índole anaeróbia-aláctica (esforço intenso), realizando a resíntese dos fosfogénios e o aporte de oxigénio. Contribui, assim, para retardar o aparecimento da fadiga, o que possibilita a continuidade do esforço, quer em treino quer em competição. No treino, permite maior disponibilidade para o desenvolvimento das capacidades técnico-tácticas e, durante o jogo, é o alicerce para melhores prestações.

De acordo com o que mencionámos, e fazendo agora uma transição para a caracterização dos aspectos mais próximos das qualidades físicas, Berriel, *et al.* (2004) sublinham a possibilidade de identificar as qualidades físicas essenciais ao jogo de



voleibol, como uma vantagem que contribui para uma melhor planificação e prescrição no treino.

Como temos vindo a afirmar, os movimentos próprios deste desporto são repetidos muitas vezes, fazendo apelo a manifestações de força e potência muscular. E como refere Cardinale (2000), o voleibol exige que os jogadores de topo saltem sempre mais alto, imprimam maior velocidade à bola no remate, mergulhem rápido e se desloquem rapidamente no campo. O Voleibol moderno exige, portanto, do ponto de vista físico, jogadores cada vez mais altos, mas também mais fortes, potentes e rápidos (Sawula, 1991; Yiannis & Panagiotis, 2004).

Assim, para que um jogador consiga expressar uma elevada capacidade de rendimento, tem que ver plenamente desenvolvidas as capacidades físicas inerentes à prática de alto nível competitivo. O estado físico é então crucial para que a performance técnica se possa manifestar. A este respeito, Scates & Linn (2003) referem que os voleibolistas de alto nível precisam de estar numa boa forma física, mas especificamente direccionada às exigências do Voleibol.

Quer isto dizer que, as necessidades da condição física dos jogadores de voleibol são distintas das de praticantes de outras modalidades. O mesmo é dizer que o treino da condição física deve ser diferenciado, pois as exigências físicas e morfológicas são específicas da modalidade praticada. Facilmente constatamos que, por exemplo, a flexibilidade necessária ao jogadores de voleibol é diferente da apresentada pelos futebolistas, contrastando com a necessária para as actividades gímnicas.

Face à evolução e tendências do Voleibol actual, poderemos então dizer que a importância da componente física do jogador tem vindo a ganhar importância acrescida. Alguns autores (Bompa, 1996b; Vargas, 1982) apontam mesmo esta componente como o grande alicerce no qual se constrói o "edifício" técnico-táctico do jogador e da equipa. Fröhner (2000) considera que um jogador sem capacidades atléticas bem desenvolvidas (velocidade, potência no salto, força resistente, etc.) não poderá executar o remate de forma adequada. E o remate é a habilidade técnica



predominantemente utilizada e com um papel decisivo na manobra ofensiva das equipas (Crossingham & Dann, 2000; Klula & Dunn, 2000).

As acções na rede passaram a ter uma importância decisiva no jogo o que até então não se verificava na medida em que o jogo se caracterizava fundamentalmente pela defesa e continuidade das jogadas. A melhoria da condição física reflectiu-se ao nível da potência (força/velocidade) das acções de ataque e bloco.

Miller & Kenn (1998) referem que a diversidade das situações motoras específicas do jogo – salto para o remate e salto do bloco, corridas de curta distância, e rápidas mudanças de direcção – exigem, sobretudo, força explosiva. Assim, o voleibol caracteriza-se como uma modalidade que requer, predominantemente, acções musculares de força-velocidade (força rápida) (Bompa, 1996b; Cardinal, 1993; L. Gambetta, 1993; Leenders, 1999; McLaren, 1990; Vargas, 1982). O mesmo é dizer que os movimentos típicos do voleibol são realizados com uma grande velocidade de execução. São executados de forma explosiva, em tarefas tão distintas que vão desde o remate ou saltos em geral, até ao início dos movimentos de defesa, com paragens e arranques rápidos, em movimentos quer dos membros superiores e inferiores.

Assim, parece também crucial que o desenvolvimento físico se centre na especificidade das funções desempenhadas no jogo, consoante o jogador seja passador, atacante ou libero. Contudo, a força apresenta-se como uma das capacidades condicionais fundamentais para um melhor desempenho em jogo, e é indispensável para se atingir o alto rendimento desportivo, seja qual for a condicionante tática.

O treino da força terá forçosamente de ser incluído em fases de treino, em planos de trabalho, por ser fundamental para a realização das técnicas desportivas inerentes ao voleibol, levando a uma melhor capacidade de activação muscular. Muitos metodólogos e treinadores (Bompa, 1996b; Cardinal, 1993; Dyba, 1982; L. Gambetta, 1993; King, 1995; Leenders, 1999; McLaren, 1990; Miller & Kenn, 1998; National Strength and Conditioning Association, 1990; Poliquin, 1988; Quellet, 1980; Tanguay, 1986; Vargas, 1982) são unânimes em considerar a força muscular enquanto um factor que contribui inequivocamente para a obtenção de níveis superiores de rendimento desportivo no



## Voleibol.

Pese embora o facto de, para muitos dos autores a força máxima não se afigurar importante para o desempenho directo desta modalidade, ela deve ter um lugar especial dentro de todo o contexto da preparação geral do atleta (Cardinal, 1993; C. Carvalho, 1998; Tanguay, 1986), porque, constitui uma capacidade de base para a execução de quase todas as habilidades técnicas, para além de ser uma capacidade motora que se correlaciona significativamente com as outras formas de manifestação de força.

Tanguay (1986), afirma que a força máxima é a base da força explosiva e acrescenta que, muitas vezes, o desenvolvimento deste tipo de força é negligenciado em detrimento do desenvolvimento da força explosiva ao nível dos membros inferiores, o que condiciona e limita de forma substantiva a sua própria progressão. A este propósito, a *National Strength and Conditioning Association*, (1990) refere que o voleibolista antes de iniciar o treino intensivo de saltos e de potência muscular deverá desenvolver uma força de base. Esta, é entendida como a capacidade de todos os grupos musculares produzirem uma força suficiente que permita a execução das habilidades técnicas com eficiência e sem risco de lesões.

A força, de entre as capacidades solicitadas no voleibol, ocupa um lugar de destaque no treino. Jonath & Krempel (1981) ao referirem-se a esse treino afirmam que ele deve ser em regime de velocidade.

É grande o número de autores (Blume, 1989; Bompa, 1996b; Butler & Rogness, 1983; Cardinal, 1993; Cardinale, 2000; Leenders, 1999) que referem a necessidade de dotar o voleibolista de níveis de força rápida (potência) e de resistência muscular, que lhe permita executar com eficácia as acções do jogo, nas quais a participação desta capacidade (força) seja importante (remate, bloco, etc.). De facto, e atendendo às características dinâmicas e explosivas da grande maioria das acções técnicas dos jogadores de Voleibol, a maioria dos estudiosos alerta para a necessidade de um trabalho de musculação no sentido do desenvolvimento da potência muscular. Esta ideia é corroborada por Leenders (1999), quando refere que o voleibolista necessita de possuir potência muscular para mobilizar a força num curto período de tempo, que é



particularmente necessária durante a execução do salto. A este respeito, Bompá (1996b) e Carvalho (1998) referem que o jogador necessita, acima de tudo, de força rápida nas suas múltiplas expressões: força inicial, força explosiva e força reactiva (produção de força em CMAE).

Assim, a potência muscular, traduzida na habilidade do jogador em saltar mais alto e mais rápido produzindo movimentos intensos e potentes, é de grande importância para esta modalidade, patente na necessidade de atacar a bola no seu ponto mais alto (Guilherme, 2001) e de preferência por cima do bloco (Zhang, 1999). De facto, embora o bloco tenha melhorado bastante a sua cotação (Afonso, *et al.*, 2005a; Palao & Ureña, 2004), o remate continua a ser a principal arma para pontuar.

Ainda que o jogo possa ter uma duração prolongada, ele exige do jogador uma preparação para a realização constante de saltos variados, repetidos com grande frequência e com intervalos, por vezes, breves. Fica expresso neste discurso, que o jogador de Voleibol, embora deva apresentar elevados regimes de força explosiva, deve conseguir mantê-los durante o tempo de jogo. Assim, é também fundamental que o atleta seja portador de um elevado nível de força em regime de resistência - força de resistência (Blume, 1989; Bompá, 1996a; C. Carvalho, 1998; Silva, 1992). Esta forma de manifestação da força é particularmente importante para determinados grupos musculares dos membros inferiores, que são utilizados repetidamente durante o jogo de Voleibol.

Desta abordagem sobre os aspectos físicos, sobressai, em jeito de resumo, que equipas com as qualidades físicas mais treinadas e potencializadas tendem a obter melhor rendimento: servem com mais força e velocidade – ao fazê-lo, diminuem a capacidade de reacção dos recebedores adversários; distribuem o jogo mais rapidamente – ao darem o segundo toque mais perto da altura dos atacantes, colocam velozmente a bola na frente do atacante, acelerando o jogo e criando instabilidade no adversário; rematam mais alto e forte – reforçando as razões supra-mencionadas (Afonso, *et al.*, 2005b; Newton, *et al.*, 1999; Palao & Ureña, 2004).





Ao nível da força, nas suas variadas formas de manifestação (força máxima; força rápida e força resistente), no Voleibol, não nos parece de grande relevância a força máxima para as acções típicas do jogo, mas ela é importante servindo de base, de suporte para o desenvolvimento das outras formas de manifestação da força. Face ao que foi exposto, diremos que é necessário dotar o voleibolista de níveis de força rápida (potência), força de resistência, alicerçados numa base robusta de Força Máxima.

## **2.2 As Acções Musculares no Voleibol**

Seguindo a fundamentação anteriormente apresentada, e dada a importância que as acções explosivas detêm nesta modalidade desportiva, torna-se indispensável conhecer aprofundadamente as acções musculares características do Voleibol, os respectivos mecanismos neuromusculares, e quais as manifestações de força que lhes estão associadas.

Como o Voleibol envolve sobretudo acções musculares em Ciclo Muscular de Alongamento-Encurtamento (CMAE) centraremos essencialmente a nossa análise sobre esta forma de comportamento muscular.

### **2.2.1 Acções Técnicas e respectivas formas de manifestação da Força**

As características do Voleibol (dimensões do campo, altura da rede, etc.) e o tipo de acções que nele se desenrolam (esforços curtos de 10 a 12 seg., mas intensos e onde se requer sempre rendimentos máximos) fazem com que a força seja uma qualidade fundamental para este desporto. Bompa (1996) e Carvalho (1998) referem que o jogador solicita acima de tudo a força rápida (potência muscular) nas suas múltiplas expressões: força inicial, força explosiva e reactiva (força em CMAE).

Do ponto de vista muscular, os jogadores de voleibol realizam, basicamente, dois grandes tipos de acções musculares: saltos e deslocamentos. Os saltos, incluem o salto de remate, o salto para o serviço em suspensão e o salto de bloco. Os deslocamentos, incluem, fundamentalmente, os deslocamentos laterais na rede e na zona defensiva.



Olhemos, ainda que de forma breve, para os (dois) principais tipos de saltos. Relativamente ao serviço em suspensão, esta acção técnica ganhou ultimamente uma grande notoriedade, transformando-se numa poderosa arma de ataque. Para a realizar, o jogador executa alguns passos antes de lançar a bola ao ar e para a frente, fazendo a chamada atrás da linha de serviço. O batimento, em trajectória aérea, é realizado no ponto mais alto do salto. Assim, é mandatório que o salto seja realizado de forma potente, para que o batimento seja efectuado numa cota bem elevada. O tempo de contacto entre o último apoio da aproximação e a saída do solo dura cerca de 200 ms. (Gollhofer & Bruhn, 2003).

Com uma estrutura temporal e gestual semelhante, temos o remate. A maioria das sequências ofensivas termina com este gesto técnico, que necessita também de um forte salto vertical. A corrida preparatória inicia-se normalmente atrás da linha de três metros (separação da zona de ataque da zona defensiva), e a mecânica inerente ao salto é uma acção em contramovimento. Esta acção envolve uma fase excêntrica precedida de pequeno salto, resultado de uma última passada mais rápida e rasante, no momento do início da chamada, pré-requisito para potenciação energética na saída do solo.

Selinger (1986) apresenta-nos durações do apoio no solo para o remate na ordem dos 250 ms. Bosco, *et al.* (1986) refere que jogadores de elite utilizam entre 200 e 300 ms para a produção de força no remate e no bloco. Também dentro de estes valores, Sardinha & Zebas (1987) afirmam que, na chamada para o remate de voleibol, o tempo durante o qual se aplicam as forças contra o solo, tem uma duração média de 240 ms. Já Manzi, D'Onofrio, Annino, & Padua (2004), em estudos com equipas italianas, apresentam-nos tempos de contacto para o remate entre os 300 ms e 350 ms.

No entanto, a execução técnica do remate comporta algumas variantes e condicionantes. O contacto no solo do último passo pode ser efectuado com o calcanhar transformando-se num forte impacto, ou em alternativa, com a parte anterior do pé, obtendo assim um impacto mais suave (Gollhofer & Bruhn, 2003)



(Figura 2.1). Com um menor tempo de contacto, o apoio no solo é mais forte e provoca um maior dinamismo na saída para a execução do batimento. A saída do solo mais rápida, com menor tempo de contacto, com picos de força elevados. Consequentemente, as estratégias ofensivas são conseguidas de forma mais rápida e permitem surpreender os processos de defesa adversários, ao encurtar-lhes o tempo disponível para reagir ao ataque/remate.

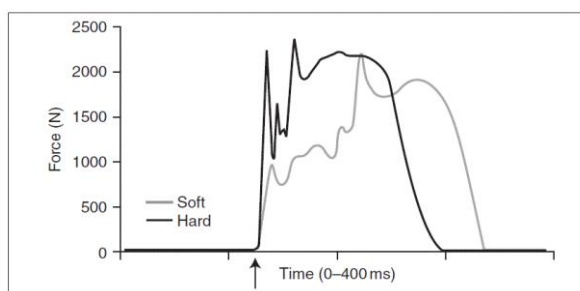


Figura 2-1 – Forças de reacção do apoio na fase de remate. (Adaptado de Gollhofer e Bruhn, 2003)

O bloco é uma última acção técnica do voleibol cuja execução técnica exige a realização de um salto. Esta acção visa uma primeira reacção ao ataque/remate adversário. A acção de bloco implica normalmente deslocamentos laterais, seguidos de um rápido salto vertical.

Do ponto de vista técnico-táctico, se o processo ofensivo for rápido, poderá não haver tempo suficiente para o bloco se movimentar, obrigando o bloqueador a saltar imediatamente, através de um “*squat jump*”. Se, porventura, o tempo e local de ataque do oponente puder ser determinado com antecedência, o bloqueador terá possibilidade de deslocar-se lateralmente e posicionar-se correctamente para saltar. Desta forma, o ultimo apoio antes do salto pode ser usado como potenciador da acção, em situação similar ao serviço em suspensão e ao remate, executando um salto em “contra-movimento” com pré-estiramento devido à acção excêntrica dos músculos extensores da bacia e flexores do joelho, obtendo-se desta forma um bloco mais alto e eficaz.

Os saltos típicos do voleibol podem, então, ser caracterizados em função da acção muscular desenvolvida e agrupados com base no tempo de contacto com o solo: Um



"*drop jump*" efectuado de reduzida altura de queda, sem contacto do calcanhar, resultando numa rápida e reactiva forma de CMAE (p.e. bloco com prévio deslocamento lateral); Um "salto em contramovimento (p.e. remate), que resultará num lento CMAE (Reeser & Bahr, 2003).

A potenciação da fase concêntrica em CMAE, e por consequência, da capacidade de salto, depende grandemente da carga suportada durante a fase excêntrica. Com cargas elevadas o tempo de contacto aumenta, implicando um CMAE mais prolongado, e consequentemente, uma perda de energia na transição entre as fases excêntrica e concêntrica. Como o potencial energético deste ciclo está relacionado com a elasticidade muscular e o "*stiffness*" devido à formação das pontes cruzadas, estes processos reactivos apenas são possíveis se o tempo de contacto for na ordem dos 200 ms. (Gollhofer & Bruhn, 2003). Se prolongarmos o tempo de contacto por carga acentuada na fase excêntrica, uma rápida inversão não é possível, e o movimento ficará dividido em duas fases distintas do ponto de vista neuromuscular, sem contributos de uma para a outra. A energia acumulada na fase excêntrica não será utilizada na fase concêntrica do movimento, sendo dissipada.

Para além dos saltos que abordámos, também os deslocamentos típicos no voleibol são acções musculares centradas nos membros inferiores (Vargas, 1982), que implicam um CMAE. Cardinale (2000) refere que no voleibol é necessário que os jogadores mergulhem rápido e se movam rapidamente no campo. Corridas de curta distância, rápidas mudanças de direcção, deslocamentos laterais, frontais e à retaguarda, com e sem cruzamento de apoios exigem força explosiva ao nível do trem inferior. A maioria destas acções implica grandes amplitudes angulares e tempos de contacto no solo elevados. Por exemplo, nos deslocamentos laterais para a execução do bloco Manzi *et al.* (2004) apresentam tempos de contacto de 373 ms e 346 ms, respectivamente para a técnica de movimentação sem e com cruzamento de apoios. Estas durações são, claramente, características de um CMAE longo (Mil-Homens, 1995).

Das linhas anteriores, reafirmamos o Voleibol como um desporto explosivo em que se realizam acções acíclicas, que requerem por parte dos seus praticantes uma grande capacidade de reacção e velocidade de execução (Torres & Urena, 1993; Vargas,



1982). Estas características exigem, sobretudo, manifestações reactivas da força (Bosco, 1988; Kollias, *et al.*, 2004; Vittori, 1990), configurando, assim, a utilização constante de CMAE.

Neste contexto, parece consensual que o voleibol envolve, fundamentalmente, acções em CMAE de Longa Duração, recorrendo, pontualmente, à utilização de CMAE's mais Curtos, caso os jogadores recorram a uma chamada rápida na acção de remate. Nestes termos, ao conceber e seleccionar exercícios para o treino da força reactiva, devemos incluir, sobretudo, acções de salto com tempos de contacto com o solo superiores a 200 – 250 ms. Um programa de treino da força reactiva, para voleibolistas, pode, ainda, incluir alguns exercícios com CMAE inferiores a 200 ms.

### **2.2.2 O Ciclo Muscular de Alongamento-Encurtamento**

A estrutura normal de funcionamento da função muscular, em exercícios desportivos, não envolve acções isoladas puramente isométricas, concêntricas ou excêntricas (Horita, *et al.*, 1996). Segundo Komi (2000), esta constatação deve-se ao facto dos segmentos corporais estarem constantemente sujeitos a forças de impacto ou forças externas, como a gravidade, e porque todos os exercícios desportivos envolvem várias articulações e grupos musculares. Nesta linha, Mil-Homens (1998) escreve que a maioria dos gestos desportivos são assim realizados num ciclo muscular que comporta alongamentos prévios (acção excêntrica), seguidos de acções de encurtamento (acção concêntrica).

A combinação destas acções forma um tipo natural de funcionamento muscular, designado por Ciclo Muscular de Alongamento e Encurtamento (CMAE) (P. Komi & Bosco, 1978; Norman & Komi, 1979).

O CMAE constitui uma forma de acção muscular com particularidades próprias, que a distingue das restantes formas de manifestação de força. Por exemplo, quando se caminha, cada vez que um pé toca no chão, os músculos extensores do joelho e flexores plantares completam um ciclo de alongamento-encurtamento. Ou seja, estes grupos musculares realizam uma acção concêntrica precedida de uma acção excêntrica, com uma, tão breve quanto possível, transição isométrica.



Muitos autores já demonstraram que uma acção concêntrica produz uma maior expressão de força quando precedida de uma acção excêntrica (Allerheiligen, 1994; Bosco, Komi, Pulli, *et al.*, 1981; Desmedt & Godaux, 1977; R. Enoka, 1988; Häkkinen & Komi, 1983; P. Komi & Bosco, 1978). O conceito de CMAE, consiste, assim, na noção de que a potência de uma qualquer acção concêntrica, pode ser aumentada se for imediatamente precedida de uma acção excêntrica do mesmo músculo (Chu, 1992; Horita, *et al.*, 1996). Na execução destes movimentos, o músculo apresenta alterações no seu comportamento mecânico e metabólico durante a fase concêntrica, que advêm da precedente fase excêntrica, o que parece justificar a potenciação do CMAE (P. Komi & Gollhofer, 1997). A eficiência desta forma de acção muscular está essencialmente associada à qualidade dos mecanismos de regulação neural e ao estado de treino/adaptação do complexo músculo-tendinoso relativamente ao seu potencial elástico e contráctil (P. Komi, 1992; Mil-Homens, 1995; Schmidtbleicher, 1992).

A investigação neste tema surgiu na década de 60, (G. Cavagna, *et al.*, 1965), com experiências em músculos isolados, demonstraram que a produção de força numa acção concêntrica era potenciada quando o músculo era sujeito previamente a um alongamento activo. Desde então, o CMAE tem sido amplamente estudado, mas do ponto de vista neuro-fisiológico ele revela uma enorme complexidade e os seus mecanismos ainda não são totalmente compreendidos. Os investigadores têm explicado a potenciação deste tipo de movimentos através de diversos factores, como os reflexos proprioceptivos, as propriedades elásticas dos músculos, ou a magnitude dos deslocamentos angulares das articulações envolvidas, não existindo ainda um consenso sobre o papel ou o grau de importância de cada um deles.

Esta potenciação da força, na fase concêntrica do movimento, foi demonstrada por vários outros autores (Allerheiligen, 1994; Bosco, Komi, & Ito, 1981; Desmedt & Godaux, 1977; Enoka, 1994; R. M. Enoka, 1988; V. Gambetta, 1978; Häkkinen & Komi, 1983; P. Komi, 1992; P. Komi & Bosco, 1978). Trabalhos de Luhtanen & Komi (1979), sobre os factores mecânicos que influenciam a corrida de velocidade, reconheceram a importância do ciclo excêntrico-concêntrico ou de alongamento-encurtamento nos músculos que intervêm na corrida. Verificaram que o tempo total de contacto no solo,



durante a corrida, era constituído por uma "fase de contacto negativo", à qual se seguia uma "fase de contacto positivo", sendo que a primeira correspondia ao contacto da planta do pé no solo, que era acompanhada pelo abaixamento do centro de gravidade (CG), em resultado da acção excêntrica dos músculos extensores dos membros inferiores (MI), que realizavam trabalho negativo. Por sua vez, a "fase de contacto positivo" identificava-se com a fase de elevação do CG, resultado da acção concêntrica dos músculos extensores dos MI, que garantiam a realização do trabalho positivo.

Este tipo de comportamento muscular está bem patente na realização dos saltos verticais característicos do Voleibol. Quando é solicitada esta acção aos jogadores, a estratégia passa por realizar um salto com contramovimento. O indivíduo realiza um pequeno movimento descendente que envolve a flexão da anca, joelho e tornozelo, que é seguido por uma rápida extensão dos membros inferiores. A designação de contramovimento resulta da realização do movimento contrário àquele que é objectivado – maximizar a acção concêntrica e a velocidade do *take-off*.

Da simples observação empírica, somos capazes de perceber que o CMAE pode ser mais ou menos prolongado no tempo. Efectivamente, na literatura (Schmidtbleicher, 1985) encontramos referências de classificação dos CMAE's em função da sua duração. Assim, encontramos a designação de CMAE longos para os caracterizados por movimentos amplos, com grande deslocamento angular e uma duração de acção superior a 250 ms. Contactos com o solo de duração entre 100 e 250 ms são considerados CMAE curtos, que são caracterizados por menores deslocamentos angulares das articulações (C. Carvalho & Carvalho, 1999; Mil-Homens, 1995; Schmidtbleicher, 1992).

Esta divisão em CMAE longo versus CMAE curto, poderá indiciar a escolha dos exercícios para o treino pliométrico, com base nas características de cada um dos gestos específicos da modalidade. Foi neste sentido que Carvalho (2005) comparou dois programas diferentes de treino pliométrico, um com incidência no CMAE longo e outro dirigido ao CMAE curto. O grupo experimental que realizou essencialmente os CMAE longos apresentou ganhos estatisticamente significativos, nas tarefas de



avaliação que envolviam acções específicas do jogo de Voleibol, a maioria das quais recorrem à utilização de CMAE's longos.

Estabelecendo a ligação deste tipo de ciclo muscular com as acções motoras mais típicas e fundamentais do Voleibol, nomeadamente na tentativa de chegar mais alto, vários estudos têm sido realizados nesta temática, tentando explicar as variáveis que determinam a "performance" no Salto Vertical (Bobbert, *et al.*, 1996; Dowling, *et al.*, 1993; Fukashiro, *et al.*, 1995; Holcomb, *et al.*, 1996). Os mecanismos envolvidos relacionam-se com os processos de controlo nervoso e com a capacidade elástica e contráctil da estrutura muscular. Esta, por sua vez, favorece, por um lado, o armazenamento de energia elástica no complexo músculo-tendinoso, que poderá ser posteriormente reconvertida durante a subsequente fase de encurtamento de forma a potenciar a performance e provoca, por outro lado, o estiramento das fibras intrafusais desencadeando o reflexo miotático, outro poderoso factor de potenciação na medida que provoca um aumento acentuado da actividade nervosa.

Assim, a produção de força em CMAE está dependente da interacção de vários mecanismos que se completam e potenciam, nomeadamente, mecanismos mecânicos e nervosos. Para melhor os compreender, revisitemos, ainda que de forma sintética, alguns dos seus aspectos básicos.

#### **2.2.2.1 Propriedades Elásticas do Músculo**

O músculo-esquelético é composto por dois tipos de tecido. O tecido muscular, que é o elemento contráctil, e o tecido conjuntivo, elemento não contráctil. É da interacção das propriedades destes dois tipos de tecido que o músculo obtém as suas características mecânicas únicas (Jones, *et al.*, 2001). O seu principal constituinte é a fibra muscular, fina e longa, e é nela que residem as propriedades contrácteis do músculo. As fibras contêm feixes de subestruturas denominadas de miofibrilas. Estas miofibrilas apresentam um padrão estriado em todo o seu comprimento, sendo que cada repetição de padrão é denominada de sarcómero.





O músculo-esquelético é também denominado de músculo estriado devido a esse mesmo padrão, ausente do músculo liso visceral, e que se deve à alternância de finos filamentos proteicos, a actina, com filamentos proteicos grossos, a miosina. Estas unidades proteicas, a actina e a miosina, são as responsáveis pela contracção muscular, através da formação de pontes cruzadas (Jones, *et al.*, 2001). Estas pontes cruzadas são finas extensões dos filamentos de miosina, que estabelecem contacto e formam fixações em sítios de ligação específicos na molécula de actina, e que contribuem para a produção de força. Assim, a capacidade máxima de produção de força de um músculo é dependente do número total de pontes cruzadas estabelecidas (Jones, *et al.*, 2001).

Hill (1950) descreveu o comportamento e funcionamento do músculo-esquelético num modelo que ainda hoje é aceite e reconhecido no seu essencial. Segundo este modelo, a estrutura muscular pode ser representada por uma componente contráctil (CC) e por uma componente elástica. A componente elástica é composta pelos componentes elásticos em série (CES) e componentes elásticos em paralelo (CEP).

Segundo Enoka (1988), a CC e os CES são os responsáveis pelo comportamento do músculo activo. Este autor refere que os CES dependem das estruturas colocadas no seguimento dos elementos contrácteis estando, por isso, implicados na transmissão de força contráctil entre as componentes contrácteis e a periferia.

Os CEP são formados pelas membranas que envolvem as fibras, fascículos e todo o músculo (peromísio, endomísio e epimísio) e se reúnem nos tendões. Estes componentes estão localizados no interior de estruturas passivas e representam a capacidade dessas estruturas de exercer força passiva, quando o músculo relaxado é alongado. Têm ainda como função fazer com que o músculo retorne ao seu comprimento de repouso após o alongamento (R. Enoka, 1988), comportando-se como uma tira de borracha. Esta tensão suportada pelos CEP é denominada de "*stiffness*" muscular, e pode ser treinada e desenvolvida de forma a aumentar ou diminuir a rigidez do sistema músculo-tendinoso.



Contudo, Bosco & Komi (1979) afirmam que o *stiffness* muscular não é apenas dependente dos CEP. Também os CES contribuem para a rigidez muscular através de um fenómeno denominado por *Short Range Elastic Stiffness (SRES)* ligado ao complexo actina-miosina. Quanto mais activo estiver o músculo, maior será o número de pontes cruzadas estabelecidas entre a actina e a miosina, e maior será o *stiffness*. Se o alongamento exceder o tamanho inicial do músculo em 3 a 4%, um menor número de pontes cruzadas permanecerão ligadas, ocorrendo uma diminuição no armazenamento de energia elástica, e consequentemente, uma diminuição da força produzida.

Também o tendão possui a capacidade de armazenar energia elástica durante a fase excêntrica do movimento. Esta energia armazenada irá potenciar a produção de força na subsequente fase concêntrica. Cavagna, Heglund, & Taylor (1977) estudaram o armazenamento e utilização da energia elástica durante a corrida de velocidade. Estes autores descobriram que o trabalho positivo era consideravelmente mais elevado que a energia consumida durante o processo, e que esta eficiência aumentava com o aumento efectivo da velocidade. Concluíram então, que a fase propulsora da corrida era principalmente sustentada pela acção dos elementos elásticos e em menor grau pelo encurtamento activo dos extensores dos membros inferiores. Também Fukashiro, Hay, & Nagano (2006), após estudarem a execução de saltos verticais repetidos, sugeriram que os componentes elásticos suportavam entre metade a dois terços do trabalho positivo total.

Face a estes resultados e outros similares, os autores tendem a apontar a elasticidade muscular, como um dos principais factores de potenciação do CMAE, num contexto de armazenamento e reutilização da energia elástica. No entanto, alguns autores vieram contestar a ideia da utilização da energia elástica e consequente maior eficiência muscular nos movimentos realizados em CMAE (Schenau, *et al.*, 1997).

De facto, para obtermos um movimento com as características de um CMAE eficiente teremos de obedecer às condições de potenciação das propriedades elásticas dos músculos e dos reflexos proprioceptivos. A eficiência muscular consiste na relação entre o trabalho desenvolvido pelo músculo e o custo metabólico dessa acção. Vários



autores consideram o armazenamento e subsequente libertação de energia elástica durante o CMAE, um mecanismo de poupança de energia (Biewener & Roberts, 2000; G. Cavagna, 1970; G. Cavagna, *et al.*, 1977).

O potencial elástico dos músculos só pode ser utilizado quando há um alongamento muscular com concomitante produção de força. Durante essas acções musculares, dá-se a produção de trabalho negativo, que tem parte da sua energia mecânica absorvida e armazenada na forma de energia potencial elástica nos elementos elásticos em série (Farley, 1997). Quando se verifica a rápida passagem da fase excêntrica para a concêntrica, os músculos podem utilizar esta energia aumentando a produção de força na fase posterior com um menor custo metabólico. Porém, se a passagem de uma fase para outra, for lenta, a energia potencial elástica será dissipada na forma de calor, não se convertendo em energia cinética (G. A. Cavagna, 1977; Goubel, 1997).

Numa tentativa de quantificar o potencial elástico, Kreighbaum & Barthels (1996) referem que a capacidade de produção de força pode aumentar até 20%, enquanto Cavagna (1977) estabeleceu o potencial elástico muscular máximo em torno de 50%. No entanto, a utilização da energia potencial elástica não pode ser máxima (Schenau, *et al.*, 1997), porque de acordo com a segunda lei da termodinâmica, nem toda energia acumulada pode ser utilizada, pois parte dela é sempre perdida por razões de entropia.

Relativamente à contribuição das duas estruturas que compõem os elementos elásticos em série, parece consensual que será nos tendões que existe maior acumulação de energia potencial elástica (Caldwell, 1995; Ettema, *et al.*, 1989; Hoy, *et al.*, 1990; Huijing, 1992; Pousson, *et al.*, 1990); Esta vertente está directamente ligado ao grau de "*stiffness*" da estrutura tendinosa, pois quanto mais elevado, maior será a acumulação de energia potencial.



### 2.2.2.2 Mecanismos e regulação neural

O Sistema Nervoso Central (SNC) controla e coordena todas as acções motoras utilizando para isso informações ou *feedbacks*, provenientes de receptores localizados nos músculos, na pele e nas articulações.

No complexo músculo-tendinoso (CMT) existem três tipos de receptores ou mecanorreceptores, que informam o SNC acerca das alterações do comprimento e da força muscular. Dois tipos de receptores podem ser encontrados nos Fusos Neuromusculares (FNM), sendo conhecidos como receptores de estiramento primários e receptores de estiramento secundários. Os Órgãos Tendinosos de Golgi (OTG) são o terceiro tipo de mecanorreceptores encontrados no CMT.

As acções dos mecanorreceptores passam, essencialmente, por facilitar, reforçar ou inibir as contracções musculares. Os fusos neuromusculares são estruturas alongadas, compostas de feixes de pequenas fibras musculares intrafusais (IF). Estas estão dispostas paralelamente às fibras musculares extrafusais (EF), o componente muscular produtor de força, fixando-se em ambas as extremidades das EF ou dos tendões musculares (Jones, *et al.*, 2001).

Devido à sua posição no músculo, os FNM são “especificamente sensíveis às alterações do comprimento muscular (Jones, *et al.*, 2001)”. Os FNM fornecem informações detalhadas sobre o comprimento e movimento musculares ao SNC. Os receptores de estiramento primários, mais sensíveis, sinalizam a velocidade e a direcção do alongamento muscular ou do movimento do membro. Os receptores de estiramento secundário, menos sensíveis, informam o SNC sobre o comprimento muscular estático ou a posição do membro (Jones, *et al.*, 2001).

O reflexo miotático ou de alongamento é mediado pelos FNM, e funciona como uma medida de protecção para o excesso de alongamento, impedindo alterações súbitas no comprimento do músculo e salvaguardando riscos de lesão (Allerheiligen, 1994). Quando um músculo é alongado, assiste-se igualmente a um alongamento das IF, o que provoca um estímulo que é enviado ao SNC. Este estímulo despoleta então o reflexo miotático, que activa o músculo, ordenando a sua contracção (Jones, *et al.*,



2001)- Paralelamente, o músculo antagonista é inibido, processo denominado de inibição recíproca.

Segundo Lundin & Berg (1991), a intensidade do estiramento muscular determina proporcionalmente o estímulo eferente e, conseqüentemente, a posterior força de contracção. Radcliffe & Farentinos (1985) referem que, nos movimentos em CMAE, este estímulo eferente leva os músculos a contraírem-se de forma mais rápida e com maior potência. O reflexo de alongamento ou miotático actua, assim, como um acréscimo de activação eléctrica, podendo ser equiparado ao efeito de uma estimulação eléctrica de alta-frequência, aumentando o número de Unidades Motoras (UM) recrutadas e sua frequência de activação (Dintiman & Ward, 1988).

O Órgão Tendinoso de Golgi (OTG) é normalmente encontrado na junção entre o tendão muscular e um pequeno grupo de fibras musculares extrafusais, sendo especialmente sensível à tensão gerada nesse mesmo grupo. Detecta a tensão gerada tanto pelo alongamento passivo quanto pela contracção activa do músculo, sendo no entanto, mais sensível à elevação da tensão resultante de contracções (Jones, *et al.*, 2001).

Quando os OTG são activados, enviam sinais nervosos para o SNC, que por sua vez envia respostas eferentes inibidoras da contracção levando ao relaxamento do músculo. O reflexo do OTG é, também, um mecanismo de protecção, que visa impedir o desenvolvimento excessivo de tensão no músculo, procurando evitar a sua ruptura ou lesão, a partir do momento em que a tensão ultrapasse as possibilidades estruturais do sistema músculo-tendinoso (Allerheiligen, 1994).

Resumindo, os FNM e os OTG funcionam como mecanismos de protecção, contudo, exercem influências opostas. Os primeiros salvaguardam o músculo de um possível sobre-estiramento, despoletando, reforçando e/ou facilitando a contracção. Os segundos previnem o desenvolvimento de sobre-tensão muscular, inibindo e relaxando o músculo. Daí o reflexo do órgão tendinoso ser também denominado por reflexo miotático inverso ou reflexo de estiramento inverso.



A relação estabelecida entre estes dois mecanismos define o grau de "*stiffness*" da estrutura músculo-tendinosa e pode ser inicialmente regulado pelo conhecimento da carga de alongamento esperada. Assim, antes do contacto com o solo, os músculos agonistas do movimento são pré-activados, como resultado de um processo de pré-programação do SNC (Dietz, *et al.*, 1981).

Este nível de pré-activação ao permitir a ligação de algumas pontes cruzadas, vai ser responsável pelo nível inicial de *stiffness* muscular, o qual será o primeiro factor para resistir de forma activa ao rápido e forte alongamento do complexo músculo-tendinoso durante o período inicial de contacto com o solo (Mil-Homens, 1998).

A partir de determinado momento, a tensão muscular será tão grande que se torna necessário um forte "*input*" nervoso para equilibrar o sistema. A ocorrência deste "*input*" nervoso de natureza reflexa, vai permitir que a maior parte da energia elástica possa ser armazenada nos tendões dos músculos extensores da perna. Este conjunto de mecanismos permitirá na fase propulsiva (fase concêntrica) uma utilização desta energia elástica, que se traduzirá numa potenciação da força e numa baixa activação nervosa (Gollhofer, *et al.*, 1992).

Contudo, Komi & Gollhofer (1997) afirmaram que somente em movimentos onde a quantidade de pré-estiramento é pequena (um alongamento do complexo músculo-tendão da ordem de 6 a 8%), o reflexo de estiramento pode ser utilizado (exemplo: movimentos com pequena amplitude). Tal ficou evidente quando se realizaram SP, partindo de plataformas muito elevadas (exemplo: 140 cm), e houve uma inibição do reflexo de estiramento fruto da grande amplitude de movimento necessária para amortecer a força gerada pelo impacto com o solo (activando os OTG). Facto também ocorrido quando a fadiga, por acções repetitivas, diminui a acção desse mecanismo, produzindo o mesmo efeito na produção de força.



## 2.3 O Treino da Força Reactiva no Voleibol

Um atleta relativamente bem treinado necessita de um pouco menos de um segundo, para alcançar o seu valor de força máxima, num movimento de extensão dos membros inferiores. Se considerarmos o tempo de contacto com o solo – nas acções de salto e deslocamento – que corresponde ao tempo que os voleibolistas têm para produzir força, rapidamente concluiremos que nunca alcançam a sua força máxima. Nestes termos, a componente da força mais importante para este tipo de movimentos desportivos, é a capacidade que o atleta tem de produzir força por unidade de tempo. Por outras palavras, a componente determinante nas acções do jogo é a taxa de produção de força, um indicador da força rápida.

Esses rápidos movimentos característicos do voleibol (por exemplo a chamada para o remate) implicam elevadas velocidades angulares que condicionam a capacidade de produzir grandes níveis de força em períodos de tempo reduzidos. Esta é, objectivamente, a grande função do treino pliométrico (V. Gambetta, 1986).

Adicionalmente e porque esta forma de produção de força ocorre numa situação em que o complexo músculo-tendinoso funciona em ciclo muscular de alongamento-encurtamento, importa, igualmente, considerar a importância desta forma de manifestação da força: a força reactiva.

### 2.3.1 O Treino Pliométrico

A pliometria, a primeira e mais antiga designação para este tipo de métodos, tem sido considerada, desde longa data (Verkhoshansky, 1973), como um dos métodos mais adequado (Baker, 1996; Herrero, *et al.*, 2006) e amiúdas vezes utilizado para o desenvolvimento da força explosiva em atletas. Os exercícios pliométricos ou reactivos são movimentos rápidos e explosivos que se caracterizam por um prévio e rápido alongamento muscular (fase excêntrica), seguido de uma acção igualmente rápida de encurtamento muscular (fase concêntrica) (Bobbert, 1990). Recorre-se, de uma forma muito particular, a um conjunto de exercícios que englobam movimentos característicos das diferentes modalidades desportivas (Allerheiligen, 1994; Chu, 1998; Chu, *et al.*, 2006; V. Gambetta, 1986).



Segundo Wilk *et al.* (1993), a pliometria é capaz de melhorar a eficiência neural e aumentar o controlo neuromuscular. A utilização do pré-alongamento pode permitir que o atleta adquira uma melhor coordenação dos grupos musculares envolvidos, causando uma adaptação neural capaz de incrementar a produção de força reactiva. A capacidade de força reactiva, conseguida com o CMAE, está tanto no armazenamento de energia elástica (pré-estiramento), na reutilização como energia mecânica (propulsão), como na activação do reflexo miotático. Porém, a percentagem de cada um desses factores não está devidamente documentada (Voigt & Vetter, 2003).

Os métodos da Força Reactiva têm como objectivo potenciar o CMAE. Uma vez que esta forma de funcionamento muscular, é relativamente independente das outras formas de manifestação de força, impõe-se trabalhá-la com métodos próprios e ajustados, de forma a permitir adaptações específicas que conduzam ao seu desenvolvimento.

Estes métodos têm como principal objectivo a melhoria do padrão de enervação dos músculos envolvidos. Segundo Mil-Homens (1998) esta melhoria é conseguida através:

- do aumento da amplitude da fase de pré – activação nervosa, para melhor preparar o sistema músculo tendinoso para um forte alongamento a que vai ser sujeito após o contacto com o solo;
- da potente activação nervosa, de origem reflexa, durante a fase excêntrica, no sentido de contribuir para a regulação do “*stiffness*” muscular, e dessa forma, permitir armazenar energia elástica no complexo músculo - tendinoso e contribuir para potenciar a fase concêntrica;
- da redução da activação nervosa durante a fase concêntrica do movimento.

A aplicação destes métodos consiste, basicamente e de forma generalizada, na realização de exercícios que envolvam um CMAE de intensidade máxima, muito rápido e em ausência de fadiga. Isto significa que, por exemplo, se realizamos saltos de barreiras ou multissaltos, o devemos fazer à máxima intensidade, querendo saltar mais alto ou mais longe. Adicionalmente, o tempo de transição entre as fases excêntrica e concêntrica deve ser o mais curto possível, devendo para isso o contacto no solo ser





muito breve. Importa salientar que a dimensão dos deslocamentos angulares implicados nos exercícios deve estar em consonância com o gesto desportivo para o qual é direccionado o treino.

Respeitando estes requisitos, estamos a executar um CMAE que desencadeia factores de potenciação como o reflexo de alongamento e aumento do *stiffness* muscular, e o armazenamento e utilização de energia elástica, obtendo assim, um tipo de exercício mais potente e económico (Mil-Homens, 1998).

Um outro aspecto fundamental a respeitar na aplicação destes exercícios de treino é que todo o trabalho deve ser realizado em completa ausência de fadiga. Todo o treino reactivo é essencialmente qualitativo e visa melhorar o padrão de activação nervosa, pelo que todos os exercícios reactivos devem ser sempre realizados sem fadiga. Esta condição implica a correcta observância dos intervalos de repouso, e o seu cumprimento rigoroso.

### **2.3.2 Classificação e organização dos exercícios pliométricos**

Bompa (1996b) classifica os exercícios pliométricos, em exercícios de baixo e alto impacto. Os primeiros englobam os *skippings*, os saltos à corda, os saltos com passadas curtas e baixas, os saltos em profundidade com alturas de queda entre os 25 e os 35 cm, os lançamentos com bolas medicinais de 2 a 4 kg e o arremesso de objectos leves. Os exercícios de alto impacto englobam os saltos sem balanço e triplo saltos, os saltos com passadas longas, os saltos sobre bancos com 35 cm ou mais, os saltos em profundidade com alturas de queda superiores a 35 cm, os lançamentos de bolas medicinais de 5 a 6 kg e o lançamento de objectos pesados.

Este autor aconselha 5 a 25 séries de 1 a 30 repetições consoante o objectivo do treino e as intensidades utilizadas. Os tempos de descanso entre séries estão dependentes do tipo de esforço produzido, variando entre 2 e 3 minutos, para os exercícios de baixa intensidade, e entre 8 e 10 minutos para os de alta intensidade.

Para Verkhoshansky (1999), no treino pliométrico devem utilizar-se 4 séries de 10 saltos em cada sessão de treino. O intervalo entre séries deverá ser de 3 a 10 minutos



e o intervalo entre treinos de 48 a 72 horas. A frequência semanal de treino deverá ser de 2 a 3 sessões. Dividiu também as intensidades de trabalho em:

- Baixa: saltos no mesmo local; saltos sobre pequenos obstáculos.
- Média: saltos com pouco deslocamento; saltos em profundidade com alturas de queda de 20 a 40 cm.
- Elevada: multissaltos com grandes deslocamentos; saltos ultrapassando grandes obstáculos; saltos em profundidade com alturas de queda de 50 a 80 cm; saltos com cargas adicionais.

Badillo & Ayestarán (2001), apresentam uma proposta de treino pliométrico idêntica à de Verkhoshansky (1999), utilizando, para além das intensidades baixas, médias e altas, uma intensidade máxima que se caracteriza pela utilização de saltos de alturas superiores a 80 cm e com grandes cargas. Os autores referem ainda como formas de manipular a intensidade dos exercícios, a realização de saltos em altura com redução do peso corporal, através da utilização de elásticos fixados no tecto e da utilização de diferentes ângulos articulares. A este respeito, Cometti (1998) classifica estes exercícios de treino tendo em conta a variação do ângulo articular, do comprimento do deslocamento dos apoios, e da variação do tipo de tensão muscular.

Siff & Verkhoshansky (2000), apresentam uma diferente forma de classificação dos métodos de treino reactivo. Os autores referem ainda quatro formas de organização:

- o método de redução de carga, que consiste em executar determinado gesto desportivo com uma carga e libertar essa carga, bruscamente, durante a execução desse gesto;
- o método de utilização de máquinas de ar comprimido, que consiste na utilização destes aparelhos, que permitem que o atleta possa diminuir a resistência produzida pela máquina rapidamente, através da pressão simples de um botão. Este método, tal como o anterior, tem como objectivo que o contraste, provocado pela diminuição repentina da carga, seja percebido pelo SNC e provoque uma aceleração rápida do movimento;
- o método de séries leves e pesadas, que consiste em realizar uma série de repetições com uma carga próxima do máximo e, após 10 – 20 segundos, realizar uma série de 3 a 5 repetições com uma carga 20 % menor e com a maior velocidade possível;



- O método estático – dinâmico que consiste na realização de uma tensão isométrica seguida uma ou várias contracções musculares dinâmicas.

No entanto, em nosso entender, foi Schmidtleicher, em 1992, quem melhor sistematizou os diferentes tipos de exercícios e métodos de treino da força reactiva (ver Figura 2.2). Nestes termos, devemos considerar vários tipos de saltos, que podemos categorizar em saltos sem progressão; saltos com progressão e saltos em profundidade.

	Saltos sem Progressão	Saltos com Progressão	Saltos em Profundidade	Exercícios p/ o Tronco/braços
Acção Muscular CMAE	*	*	*	*
Intensidade (%)	100	100	100	100
Repetições	30	20	10	25
Séries	3 - 5	3 - 5	3 - 5	3 - 5
Intervalo (min)	5	5	10	5

Figura 2-2 Organização e caracterização dos Métodos de Treino da Força Reactiva, segundo Schmidtleicher, 1992. (Adaptado de Schmidtleicher, 1992)

Os saltos sem progressão, como o próprio nome indicia, incluem todos os exercícios que não envolvem uma progressão horizontal. Estão nesta categoria os "*skipping*", os saltos com contra-movimento e os "*hopping*" (saltos verticais repetidos). São essencialmente exercícios que envolvem simultaneamente um duplo apoio. Por vezes procura-se na execução uma alternância da frequência dos contactos com o solo, para adaptar o sistema neuromuscular a melhor organizar a pré-activação muscular.

Se a execução dos exercícios envolvem uma progressão horizontal, designamo-los de saltos com progressão: Incluem-se nesta categoria os multissaltos nas suas diversas variantes, como sejam os saltos sobre bancos e os saltos de barreiras. Este conjunto de exercícios pode ser realizado com duplo apoio e progressivamente com um só apoio, o que aumentará a carga de alongamento, logo a intensidade do exercício (Mil-Homens, 1998).



Como última categoria temos o exercício reactivo mais conhecido e também mais exigente: os saltos em profundidade (SP). A sua utilização deve restringir-se a atletas muito bem treinados e deverá ser o último exercício a ser utilizado numa perspectiva de progressão de carga (Mil-Homens, 1995).

Em todas as categorias, os contactos com o solo devem ser rápidos e explosivos, para que o alongamento não seja exagerado e o tempo de transição entre as fases excêntrica e concêntrica seja o mais curto possível. Também a pausa entre séries assume importância determinante, devendo permitir a recuperação completa. Ainda que possa parecer muito prolongado e por vezes dispensável, deverá ser sempre respeitado.

A aplicação de exercícios pliométricos exige, para além dos aspectos já mencionados, o cumprimento rigorosos de diversas condições. A selecção da carga de alongamento deverá ser individualizada. Será ajustada quando, a partir dela, o atleta atingir a maior elevação do centro de gravidade. No entanto, existe um segundo aspecto determinante. O exercício de treino deve incluir uma altura de queda suficientemente alta que permita a melhor activação neural, mas que não induza falhas na transmissão da energia elástica durante a fase de transição excêntrica-concêntrica. Assim, a carga de alongamento (altura de queda) pode ser determinada de forma simples e prática, se a execução técnica do exercício for visualmente controlada. A estratégia passa por prescrever a altura de queda a partir da qual o atleta, no salto subsequente, não toca com o calcanhar no solo. Deste modo, não tocando com o calcanhar no solo, o atleta é capaz de suportar a carga de alongamento, sendo possível passar rapidamente da acção excêntrica para a acção concêntrica, sem que o deslocamento angular seja demasiado amplo, e sem perdas na transmissão de energia elástica.

O deslocamento angular do joelho deve também ser reduzido e todo o movimento deve ser sempre realizado com máxima intensidade. A duração do contacto não deve, ultrapassar os 200 ms. Um aspecto importante é que a superfície usada para os saltos deverá permitir a reactividade dos apoios, não permitindo o amortecimento do impacto, sob pena de comprometermos um requisito fundamental deste tipo de trabalho, que é efectivamente um contacto rápido e reactivo com o solo. Uma forma



um pouco mais rigorosa de controlo deste aspecto é sugerida por Mil-Homens (1998). Segundo este autor, pode-se recorrer à utilização de uma plataforma de contactos para monitorizar o treino dos atletas, controlando o tempo de contacto com o solo e associando-o ao tempo de voo, o que permite uma constante avaliação da qualidade do trabalho realizado.

Bosco, Komi, Pulli, *et al.*, (1981) sugere um detalhe importante para o treino da força reactiva no voleibol, visando nomeadamente o salto de remate. Neste caso, o autor sugere que os exercícios de treino devem envolver uma maior flexão do joelho no momento de contacto com o solo. A assumpção assenta no facto de que esta condição impõe uma maior solicitação dos músculos da coxa, objectivando maior trabalho do vasto interno e externo e recto anterior da coxa.

Um último aspecto a ter em consideração refere-se à correcta aplicação técnica dos exercícios pliométricos. Qualquer dificuldade em realizar de forma tecnicamente correcta os exercícios escolhidos ou uma dificuldade em cumprir o número de repetições previamente estabelecido, devem ser critérios para interrupção da série de exercícios. Todo o trabalho reactivo é essencialmente um trabalho de qualidade, sendo, por isso, imprescindível a observância dos requisitos da técnica de execução, sob pena de o treino se tornar contraproducente e até, potencialmente perigoso.

### **2.3.3 O Intervalo de Repouso como factor de treino**

Porque os objectivos do treino determinam a manipulação das variáveis influenciadoras dos exercícios prescritos (Baechle, *et al.*, 2000), a construção de um programa de treino da força é baseada no ajustamento de parâmetros como sejam a intensidade, o número de treinos por semana, o número de séries, o número de repetições e o intervalo de repouso (IR) (Fleck & Kraemer, 2004).

Especificando um pouco mais, Badillo & Ayestarán, (2001) e Manso, Valdivielso, & Caballero (1996) referem como aspectos a considerar na construção de um programa de treino:

- Organização dos exercícios – o número de exercícios e a sua ordem no programa geral;



- Tipo de contracção muscular – concêntrica, excêntrica ou isométrica;
- Definição do número de séries e repetições a utilizar;
- A velocidade de execução;
- Definição do intervalo de recuperação – entre séries e entre exercícios;
- Definição da intensidade – a percentagem de uma repetição máxima (% 1RM).

Segundo Rahimi (2005) e Willardson & Burkett (2005), um programa de desenvolvimento da força, baseado em exercícios resistivos (cargas), pode ser desenhado para provocar diferentes adaptações, vocacionando o trabalho para a potência, a hipertrofia e ou a resistência. As variáveis do treino como volume, intensidade, frequência, velocidade de contracção e intervalo entre as séries podem ser manipuladas a fim de alcançar esses diferentes objectivos e controlar a fadiga muscular.

A fadiga muscular pode ser definida como uma diminuição da capacidade de um músculo ou grupo muscular produzir força. Factores como o tipo de estímulo, a massa muscular, o tipo de fibra e a activação muscular específica induzem determinados níveis de fadiga (Pincivero, *et al.*, 2003), que pode ser minimizada através da definição de IR entre séries de exercícios adequados aos objectivos de treino. O IR é, assim, considerado como um importante factor de treino ao direccionar as adaptações pretendidas (Willardson & Burkett, 2006).

O IR assume importância determinante na capacidade continuada de executar os exercícios propostos, normalmente definido como o período que permite aos atletas a recuperação entre a execução de séries (Young, *et al.*, 1995). A duração da pausa é prescrita em função do objectivo do treino. Adequados IR são necessários e devem estar ajustados às formas de trabalho que visam as várias formas de manifestação da força.

Temos a sensibilidade de que o IR, ao contrário do que se passa com a intensidade e o volume da carga de treino, nem sempre é controlado de forma rigorosa. Embora nem sempre lhe seja reconhecida importância, a duração do IR interfere em vários aspectos importantes do processo de adaptação (Rhea, *et al.*, 2002):



- Regula parcial ou totalmente a restituição dos substratos energéticos de curta duração necessários ao rendimento;
- Permite a remoção de produtos metabólicos nefastos acumulados durante a actividade muscular intensa;
- Permite a recuperação dos processos associados ao sistema nervoso;
- Baixa o elevado metabolismo e frequência cardíaca;
- Influencia os processos hormonais resultantes da magnitude do trabalho efectuado.

A literatura refere que o IR deve propiciar uma suficiente recuperação das fontes de energia (trifosfato de adenosina [ATP] e a fosfocreatina [CP]), possibilitar a remoção dos subprodutos da contracção muscular (lactato e iões de hidrogénio) e o restabelecimento a força muscular (Peterson, *et al.*, 2005; Robinson, *et al.*, 1995; Willardson & Burkett, 2006). Geralmente, um IR muito curto é acompanhado de um considerável desconforto muscular, devido à oclusão do fluxo sanguíneo, produção de lactato, depleção das fontes energéticas e queda na produção de força durante o exercício (Larson & Potteiger, 1997).

Robinson *et al.* (1995) referem que a superioridade em realizar múltiplas séries e repetições por grupo muscular deve depender da capacidade de sustentar repetições consistentes em consecutivas séries de exercício. O desempenho muscular nas séries subsequentes está directamente relacionado ao tempo de descanso entre as séries (Tomlin & Wenger, 2001; Willardson & Burkett, 2006).

Rhea, *et al.* (2002) destacaram que a utilização de séries múltiplas é superior ao uso de série simples, a fim de promover um maior volume de treino e otimizar o ganho de força e massa musculares. Destaca-se, assim, o importante papel desempenhado pelo IR, sendo que o maior volume de treino das séries múltiplas só pode ser alcançado se o IR entre as séries for suficiente para restaurar a força muscular. De facto, alguns estudos experimentais, que verificaram as adaptações crónicas no aumento da força muscular, constataram que um maior IR possibilitou um maior volume e, consequentemente, potencializou o ganho de força muscular (Pincivero, *et al.*, 1997; Robinson, *et al.*, 1995).



Desta forma, IR deve ser manipulado, não apenas para permitir a recuperação muscular, mas também para possibilitar adaptações específicas. Larson & Potteiger (1997) e Woods, Bridge, Nelson, Risse, & Pincivero (2004) dizem-nos que um grande IR entre as séries permite um maior restabelecimento das vias energéticas e é mais indicado para o desenvolvimento da potência muscular.

De acordo com Kawamori & Haff (2004), o treino da potência muscular vem sendo caracterizado pela variabilidade na metodologia utilizada. Os dados provenientes da literatura indicam que a intensidade do exercício (Jones, *et al.*, 2001), o número de repetições e de séries (Campos, *et al.*, 2002) e a duração do intervalo de recuperação entre as séries executadas (Balsom, *et al.*, 1992; Blonc, *et al.*, 1998; Pincivero, *et al.*, 1997) influenciam o nível de fadiga e consequentemente o desempenho de potência muscular.

Os exercícios designados para o aumento da potência muscular requerem taxas máximas de desenvolvimento de força. Assim, para a duração do intervalo entre as séries recomenda-se 2 a 5 minutos, de modo a permitir uma recuperação suficiente para a execução veloz e consistente da mecânica dos movimentos (Willardson, 2006), de modo a evitar a instalação precoce da fadiga muscular, a qual reduz a capacidade de gerar força e/ou potência.

De uma forma generalista, os intervalos de repouso no treino da força usando cargas, situam-se entre os 2 e os 8 minutos, sendo a média de 3 a 5 minutos. Quanto maior a intensidade e musculatura envolvida, maior deverá ser o intervalo de repouso (Schmidtbleicher, 1992).

Em sessões de treino que envolvam repetições realizadas à máxima intensidade – característica essencial ao treino pliométrico – Willardson (2006) refere intervalos de repouso de duração entre os 2 e os 5 minutos. Diz que tal intervalo é necessário por causa do envolvimento do sistema glicolítico e na necessidade de remoção de produtos resultantes da fadiga. Este autor salienta que no treino da potência, o intervalo de repouso deve ter a magnitude suficiente para permitir ao sistema neurológico recuperar e permitir consistência mecânica nos movimentos utilizados em treino. No





treino pliométrico, que envolve esforços de intensidade máxima de grandes massas musculares, refere os 3 minutos como intervalo de repouso mínimo entre séries.

Esta referência aos processos neurais é para nós importante, para que o trabalho pliométrico não se faça com instalação de fadiga, pois a potência manifestada em CMAE é essencialmente dependente dos processos de enervação (P. Komi, 1992; Schmidtbleicher, 1992) e do nível de treino do conjunto musculotendinoso, nomeadamente nas suas capacidades elásticas e contrácteis. Os métodos de treino em CMAE apontam fundamentalmente para adaptações no sistema nervoso. Como tal, os exercícios vocacionados ao desenvolvimento da força reactiva devem ser realizados em total ausência fadiga (Schmidtbleicher, 1992).

Para os multissaltos com progressão, Allerheiligen & Rogers (1994) sugerem 2 a 3 séries de 5 a 10 repetições por série, com intervalos de 2 a 3 min. Já Bompa (1996b) recomenda para este tipo de exercícios 5 a 15 repetições, com intervalos de 3 a 5 min entre séries e um volume de 120 a 150 saltos por treino.

Como o treino pliométrico envolve exercícios máximos para o desenvolvimento da potência anaeróbica, devem ser usados períodos de recuperação adequados, sejam eles referentes ao tempo entre repetições, ao IR entre séries e IR entre sessões de treino (National Strength and Conditioning Association, 1993).

Na utilização de saltos em profundidade o tempo destinado à recuperação entre execuções deve ser de 5 a 10 segundos e 2 a 3 minutos entre séries, determinando uma relação entre trabalho e pausa na razão de 1:5 a 1:10, dependendo do volume e do exercício executado (Thomas & Roger, 2000). Os mesmos autores referem que, tal como no treino resistivo, a recuperação entre sessões deve ser de magnitude adequada para evitar situações de "*overtraining*" e indicam 2 a 4 dias de recuperação, consoante a actividade desportiva e a época do ano.

Da pesquisa efectuada, e de acordo com Thomas & Roger (2000), a manipulação do IR no treino pliométrico, seja ele entre execuções, series ou sessões deverá ser mais



pesquisado de modo a fornecer melhores indicações temporais para a recuperação e promover as desejadas adaptações.



## Capítulo III — METODOLOGIA

<b>3</b>	<b>CAPÍTULO III — METODOLOGIA</b>	<b>53</b>
<b>3.1</b>	<b>Introdução</b>	<b>54</b>
<b>3.2</b>	<b>Concepção Experimental</b>	<b>54</b>
<b>3.3</b>	<b>Caracterização da Amostra</b>	<b>56</b>
<b>3.4</b>	<b>Situação Experimental — Recolha de Dados</b>	<b>57</b>
3.4.1	Caracterização do Exercício de Treino	58
3.4.2	Testes de Saltos Verticais	59
3.4.3	Procedimentos na Recolha de Lactato Sanguíneo	62
<b>3.5</b>	<b>Instrumentos e Equipamento Utilizados</b>	<b>63</b>
3.5.1	Tapetes de Contacto	63
3.5.2	Lactate Pro	64
3.5.3	Hardware e Software	64
<b>3.6</b>	<b>Análise Estatística</b>	<b>64</b>





## **CAPÍTULO III — METODOLOGIA**

### **3.1 Introdução**

Neste capítulo apresenta-se o quadro metodológico que foi utilizado para abordar o problema em estudo neste trabalho. Em primeiro lugar é referido o desenho experimental global, para depois caracterizar a amostra e a situação experimental propriamente dita. Posteriormente, são descritos os procedimentos de recolha e de análise dos dados e, por último, mencionam-se as opções de análise estatística.

### **3.2 Concepção Experimental**

Tendo como objectivos de estudo, a análise dos métodos de treino da força reactiva e a prescrição dos tempos de repouso adequados, o presente trabalho foi desenvolvido a partir de uma concepção experimental, que envolveu dois momentos distintos: (1) Uma fase de pesquisa (entrevista a treinadores) dos métodos de treino usualmente utilizados, e (2) a avaliação, em situação experimental, de um protocolo de multi-saltos sobre barreiras, respeitando intervalos de repouso distintos: 2, 4 e 6 minutos.

A Tabela 3-1 apresenta de forma esquemática as diferentes etapas que integraram a concepção experimental.



Tabela 3-1 Concepção Experimental

1º MOMENTO	2º MOMENTO
QUESTIONAMENTO	SITUAÇÃO EXPERIMENTAL
<b>Entrevista Estruturada a Treinadores</b>  <b>Caracterização dos Métodos de Treino</b> Altura das barreiras Quantidade de barreiras Distância entre barreiras Número de Séries Tempos de Recuperação	<b>Avaliações</b> Indicador de performance Saltos Verticais  Indicador de Fadiga Determinação do Lactato Sanguíneo de Repouso  <b>Protocolos de Saltos Verticais sobre Barreiras</b> Utilização de três intensidades de esforço, manipulando os tempos de intervalo: Intervalos de curta duração – 2 minutos Intervalos de média duração – 4 minutos Intervalos de longa duração – 6 minutos  <b>Avaliações</b> Indicador de performance Saltos Verticais  Indicador de Fadiga Determinação do Lactato Sanguíneo de Esforço

Com a presente concepção experimental, pretendemos criar uma situação experimental semelhante à usada pelos treinadores, em situação de treino, recorrendo a exercícios de multi-saltos, transpondo barreiras em linha, com impulsão a pés juntos (bipedal).

Desta forma, dada a nossa intenção de partir de uma situação de treino habitual no Voleibol, recolhemos, junto dos treinadores, informações sobre as suas formas usuais de trabalho. Esta pesquisa envolveu a consulta a 5 treinadores da 1ª Divisão, considerados “experts”, e envolveu uma entrevista guiada para determinar os seguintes aspectos:

- Altura das barreiras; Número de barreiras; Distância entre barreiras; Número de séries e total de saltos; Tempos de Recuperação.

Com base no depoimento deste painel de especialistas, construímos a nossa situação experimental, que integrou a realização de 3 protocolos de saltos sobre barreiras, idênticos entre si na estrutura e volume, mas diferentes na intensidade de esforço. Os



3 protocolos envolveram 5 séries de 20 saltos sobre barreiras, sendo a intensidade de esforço manipulada através da duração do intervalo de repouso, que estabelecemos em 2, 4 e 6 minutos.

De salientar que os protocolos de saltos, nas suas 3 variantes (2, 4 e 6 minutos de repouso entre séries) foram aplicados com 48 horas (no mínimo) de distância entre si, e de forma randomizada.

De forma a avaliar o impacto fisiológico do exercício de treino quando concretizado com diferentes intervalos de repouso, foram recolhidos indicadores de performance – saltos verticais, e indicadores fisiológicos de fadiga – concentração de lactato sanguíneo, antes e após a aplicação de cada protocolo de saltos.

### 3.3 Caracterização da Amostra

A amostra foi composta por 12 jogadores seniores masculinos que participaram no Campeonato Nacional – Divisão A2, evidenciando experiência e vivência de treino pliométrico e de multi-saltos, o que garante, à partida, o domínio da execução técnica dos movimentos a estudar. A Tabela 3-2 resume as características gerais da amostra (idade, massa, altura).

Tabela 3-2 Caracterização da amostra. Idade, massa, altura. São apresentados os valores de média e desvio padrão (DP).

Atletas	Idade (anos)	Massa (Kg)	Altura (m)	Experiência (anos prática)
AC	26	83	1.89	12
ES	23	86	1.97	7
JC	23	85	1.89	7
JF	29	83	1.87	15
JP	30	70	1.83	13
MB	27	82	1.80	12
MS	25	79	1.94	7
MV	24	73	1.85	11
RB	25	79	1.80	10
RC	23	88	1.90	8
RG	23	75	1.85	8
YT	24	86	1.94	9
Média	25.17	80.75	1.88	9.92
DP	2.41	5.66	0.05	2.68



### 3.4 Situação Experimental — Recolha de Dados

A situação experimental foi constituída por algumas avaliações que se sucederam sequencialmente. Esta sequência está sumariada na Tabela 3-3. A ordem indicada foi a respeitada na execução das avaliações. Entre a execução dos testes indicadores de performance (testes de Saltos Verticais), e a concretização do exercício de treino (protocolo de saltos sobre barreiras), foi garantida a recuperação completa dos jogadores.

Previamente à concretização das avaliações, os elementos da amostra realizaram um aquecimento geral de 15 minutos, composto por corrida (5 min), mobilização articular e contacto com bola em toque de dedos e manchete (5 min), e sustentação de bola recorrendo aos gestos técnicos de remate e defesa em situação de um para um (5 min).

Tabela 3-3 Sequência das avaliações efectuadas. Saltos Verticais e Técnica de Transposição da Barreira em condições de Pré e Pós Fadiga. A ordem apresentada foi a respeitada na execução das avaliações.

	<i>Sequência das Tarefas Efectuadas na Situação Experimental</i>
1º	<i>Aquecimento Individual ± 15 minutos</i> <i>5 min corrida; 5 min mobilização articular e contacto com bola; 5 min sustentação de bola</i>
2º	<i>Testes de Saltos Verticais</i>  <i>Squat Jump (SJ) 3 repetições</i> <i>Counter Movement Jump (CMJ) 3 repetições</i> <i>Drop Jump (DJ) – 40 cm 3 repetições</i>
3º	<i>Avaliação do Lactato Sanguíneo de Repouso</i>
4º	<i>Avaliação do Protocolo de Saltos sequenciais sobre Barreiras</i> <i>5 Séries de 20 saltos sobre 10 barreiras, colocadas a uma altura de 76 cm, e a uma distância de 1.20 metros (entre si).</i> <i>Durante a concretização dos Protocolos foram recolhidas amostras sanguíneas a cada 2 minutos</i>
5º	<i>Avaliação do Lactato Sanguíneo de Esforço – Foram recolhidas amostras sanguíneas a cada 2 minutos após a conclusão do exercício de treino, até se registar um claro decréscimo dos valores de lactato.</i>
6º	<i>Testes de Saltos Verticais (realizados logo após a conclusão do exercício de treino)</i>  <i>Squat Jump (SJ) 3 repetições</i> <i>Counter Movement Jump (CMJ) 3 repetições</i> <i>Drop Jump (DJ) – 40 cm 3 repetições</i>



Para efeitos de apresentação, descrição e caracterização, as avaliações realizadas podem dividir-se em dois grandes grupos:

- Aplicação do Exercício de Treino – Protocolo de Saltos sobre Barreiras
- Testes de Saltos Verticais

Em seguida serão apresentados os procedimentos de testagem, de recolha e de processamento de dados, para cada uma das situações de avaliação.

### **3.4.1 Caracterização do Exercício de Treino**

Foram colocadas 10 barreiras em linha, separadas entre si 120 cm, com 76 cm de altura, sobre um tapete de linóleo com 3 mm de espessura. O tapete responsável pela aquisição dos tempos de contacto encontrava-se por baixo deste conjunto, e sobre o soalho do pavilhão desportivo.

O exercício tinha início realizando um salto em profundidade a partir de uma altura de 40 cm, utilizando para o efeito a cabeça de um plinto com uma caixa inferior.

Efectuada a transposição das 10 barreiras, o sujeito voltava ao início, em passo e corrida e realizava os restantes 10 saltos, para completar a série definida.



Figura 3-1 Disposição das barreiras para a aplicação dos protocolos de saltos verticais.





Na transposição das barreiras a pés juntos, solicitámos aos executantes para elevarem o CG do corpo o mais possível, tentando assim inibir a necessidade de flectir exageradamente as pernas. Simultaneamente pedimos apoios no solo activos e rápidos.

Definimos 3 protocolos de treino que tinham em comum a execução de 5 séries de 20 saltos. A diferença entre eles estava no tempo do intervalo entre séries, que estipulámos de 2, 4 e 6 minutos.

### **3.4.2 Testes de Saltos Verticais**

Como indicador de performance foi aplicado, antes e depois do exercício de treino, o protocolo de avaliação do ciclo muscular alongamento-encurtamento proposto por Bosco (1994). Estes testes são normalmente efectuados recorrendo à utilização da plataforma de Bosco, um sistema denominado Ergojump System. Este sistema é uma plataforma de contacto, que mede o tempo de voo no salto, e calcula de forma imediata, através de um microprocessador, a altura equivalente do salto.

Desta bateria de testes fizeram parte o *Squat Jump* (SJ), o *Counter Movement Jump* (CMJ) e o *Drop Jump* (DJ), como demonstrado na Figura 3-2.



Figura 3-2 Executante preparado para realizar o *Squat Jump* (imagem da esquerda), e executante a realizar o *Drop Jump* (imagem da direita).



O primeiro salto (SJ) pretende avaliar fundamentalmente a componente contráctil muscular dos membros inferiores, uma vez que a acção muscular é exclusivamente concêntrica. Exige, por isso, um movimento de extensão dos membros inferiores a partir de uma posição inicial estática, com um ângulo coxa-perna aproximadamente de 90º, procurando atingir a maior elevação possível.

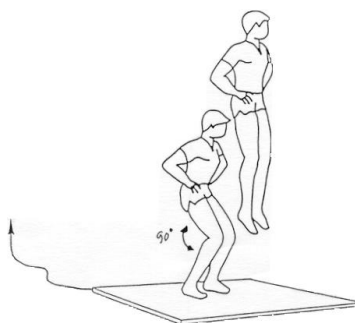


Figura 3-3 Desenho Esquemático do Squat Jump (SJ).

Os outros dois saltos (CMJ e DJ) pretendem avaliar fundamentalmente o ciclo muscular alongamento-encurtamento dos membros inferiores, uma vez que exigem acções musculares concêntricas precedidas por um trabalho excêntrico. Retratam a maioria das acções musculares desenvolvidas em jogo.

O Counter Movement Jump (CMJ) avalia a componente explosiva da força e a capacidade de utilizar a energia elástica e aproveitamento do reflexo miotático. Este salto caracteriza-se por uma flexão-extensão rápida das pernas com uma transição tão rápida quanto possível entre as duas fases. A flexão deve chegar até um ângulo aproximado de 90º.

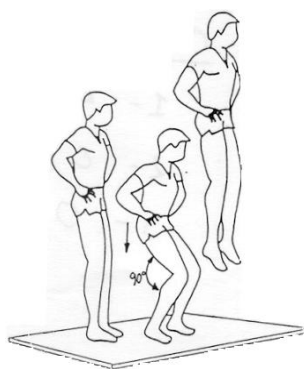


Figura 3-4 Desenho Esquemático do Counter Movement Jump (CMJ).



A diferença deste teste em relação ao Squat Jump está em aproveitar a energia elástica gerada durante a flexão, o que proporciona um pré-estiramento muscular que acrescenta ao SJ uma mais valia de elasticidade que maximiza a performance do salto. O CMJ é, assim, um salto de valor superior ao SJ e o valor dessa diferença representa, embora de forma grosseira, a elasticidade do músculo (Badillo e Ayestarán, 1997).

O Drop Jump (DJ) avalia a componente “reflexo-elástico-explosiva” da força dos membros inferiores (Blasco, 1992). Em termos de execução, o salto vertical é precedido por uma queda a partir de uma superfície mais elevada, sem efectuar nenhum impulso sobre o objecto do qual se cai. A intenção do atleta avaliado deve ser a de realizar imediatamente após a queda, o máximo impulso de forma a elevar-se o mais alto possível.

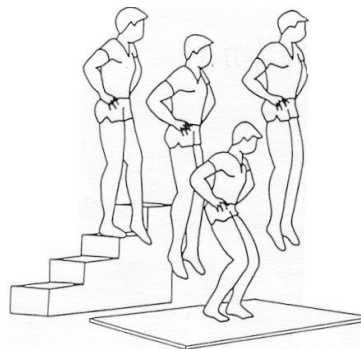


Figura 3-5 Desenho Esquemático do Drop Jump (DJ).

Este salto utiliza, habitualmente, superfícies ou plataformas de queda de diferentes alturas (desde 20 até 100 cm). A manipulação das alturas de queda, como explica Santos (1995), “... constitui a forma mais fácil de induzir no complexo músculo-tendinoso diferentes cargas de alongamento e estudar a respectiva resposta muscular e nervosa”. No presente estudo, optou-se por uma altura de queda de 40 cm, uma altura que representa uma carga de alongamento média sendo aconselhada para avaliação da força reactiva em condição de fadiga (Valamatos, 2003).

Para que os saltos (SJ, CMJ, DJ) pudessem ser considerados válidos, e o trabalho muscular situar-se exclusivamente nos extensores da perna e nos flexores plantares do pé, foram seguidos um conjunto de procedimentos durante a sua execução. As mãos permaneceram fixas, colocadas na cintura, de modo a excluir qualquer interferência do balanço auxiliar dos braços, o tronco assumiu uma posição vertical, sem uma



inclinação excessiva à frente, as pernas permaneceram esticadas durante o voo, tendo o contacto com o solo sido efectuado com as pontas dos pés.

### **3.4.3 Procedimentos na Recolha de Lactato Sanguíneo**

De forma a obter-se um indicador de fadiga e/ou impacto fisiológico das situações de treino propostas, e partindo do pressuposto que a concentração de ácido láctico no sangue é um indicador da intensidade de esforço, foram recolhidas diversas amostras sanguíneas ao longo das sessões experimentais, para a determinar a evolução daquele parâmetro de fadiga – cinética do lactato.



Figura 3-6 Imagem da recolha de sangue para avaliação do lactato sanguíneo.

A amostra de sangue capilar foi retirada da ponta de um dedo, tendo sido efectuadas recolhas em intervalos de 2 minutos após a conclusão de cada série de 20 saltos. No final de cada protocolo, manteve-se idêntico procedimento, até que os valores obtidos decrescessem claramente, o que permitiu registar, com alguma precisão, o valor mais elevado de lactato sanguíneo atingido por cada um dos atletas avaliados, em cada um dos protocolos de avaliação.



### 3.5 Instrumentos e Equipamento Utilizados

#### 3.5.1 Tapetes de Contacto

Como instrumento de avaliação do Exercício de Treino (tempos de contacto e de voo) foi utilizado um tapete de contacto Tapeswitch com 20 metros de comprimento, sobre o qual foram colocadas 10 barreiras distanciadas entre si 120 centímetros, tal como apresentado na Figura 3-7.



Figura 3-7 Tapete de Contacto Tapeswitch de 20 metros, com as barreiras colocadas a uma distância de 1.20 metros entre si.

Para a avaliação dos parâmetros de performance foi utilizado o sistema Ergojump de Bosco (1984). Este sistema consiste num tapete de contacto (ou tapete de Bosco), um programa informático e um ordenador "*Psion Organizer*", que permite estudar os parâmetros cinemáticos do salto vertical, e aceder a vários indicadores do rendimento de um jogador/atleta.



Figura 3-8 Sistema Ergojump de Bosco, constituído por um tapete de contacto e um microprocessador Psion.



### 3.5.2 Lactate Pro

Para a avaliação dos parâmetros de fadiga, foi utilizado o analisador de lactato sanguíneo "Lactate Pró" (ARKRAY), de procedimentos analíticos simples, por ser um instrumento facilmente utilizado no terreno, e de rapidamente permitir a obtenção dos resultados (1 minuto), a partir de uma pequena amostra sanguínea ( $\pm 5$  microL de sangue).

### 3.5.3 Hardware e Software

Para a aquisição e processamento de dados foi utilizado um conjunto de material informático (hardware e software) que importa referir.

A aquisição de dados relativos ao Exercício de Treino foi realizada através do programa informático *Kinematic Measurement System*. Os registos foram armazenados no computador pessoal *Toshiba Satellite*, e os dados foram posteriormente tratados no mesmo *software*.

Como anteriormente referido, os testes de avaliação indicadores de performance (protocolo de Bosco, 1984) foram efectuados recorrendo ao microprocessador *Psion*.

Foram ainda utilizados os programas informáticos SPSS® 14.0, for Windows®, para o tratamento estatístico, e o Excel e o Word do Office XP®. O primeiro para cálculos relativos à força muscular e elaboração de gráficos, e o segundo para redigir o presente trabalho.

## 3.6 Análise Estatística

Procedimentos estatísticos descritivos foram utilizados para caracterizar a amostra e os valores das diferentes variáveis em termos de tendência central (média aritmética) e de dispersão absoluta (desvio padrão).

A ANOVA para medidas repetidas foi usada para testar as diferenças entre as diferentes variáveis em estudo, nomeadamente, os valores dos tempos de contacto das diferentes séries. Foi verificado o pressuposto de esfericidade e, sempre que tal



não aconteceu, foi utilizado o método de correcção para a sua violação de Huynh-Feldt.

Foram, ainda, utilizados testes -T para amostras dependentes, para distinguir as diferenças, quando detectadas pela ANOVA, e para testar os valores iniciais e finais dos indicadores de performance e metabólicos.

O grau de confiança escolhido para os valores estatisticamente significativos foi de 95%.

Todo o tratamento estatístico foi realizado com o auxílio do programa informático "SPSS" (SPSS® 14.0, for Windows®).







## CAPÍTULO IV — APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 4 CAPÍTULO IV — APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS 67

<b>4.1 Introdução – Estudo do Comportamento do Ciclo Muscular Alongamento- encurtamento, em exercícios de sucessivos saltos verticais sobre barreiras</b>	<b>69</b>
<b>4.2 Exercício de Treino de Saltos sobre Barreiras com Intervalos de Repouso de Curta Duração – 2 minutos</b>	<b>69</b>
4.2.1 Evolução dos Tempos de Contacto durante as Séries de Saltos	70
4.2.2 Impacto da Sessão nos Indicadores de Performance	71
4.2.3 Impacto Metabólico – Influência do Intervalo de Curta Duração	72
<b>4.3 Exercício de Treino de Saltos sobre Barreiras com Intervalos de Repouso de Média Duração – 4 minutos</b>	<b>74</b>
4.3.1 Evolução dos Tempos de Contacto durante as Séries de Saltos	74
4.3.2 Impacto da Sessão nos Indicadores de Performance	75
4.3.3 Impacto Metabólico – Influência do Intervalo de Média Duração	76
<b>4.4 Exercício de Treino de Saltos sobre Barreiras com Intervalos de Repouso de Longa Duração – 6 minutos</b>	<b>78</b>
4.4.1 Evolução dos Tempos de Contacto durante as Séries de Saltos	78
4.4.2 Impacto da Sessão nos Indicadores de Performance	79
4.4.3 Impacto Metabólico – Influência do Intervalo de Longa Duração	81
<b>4.5 Comparação entre Protocolos de Saltos, em função do Tempo de Recuperação entre Séries</b>	<b>83</b>



## **CAPÍTULO IV — APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DO RESULTADOS**

No presente capítulo serão expostos e discutidos, à luz das referências científicas apresentadas na literatura, os dados recolhidos, e fornecidas algumas indicações ou recomendações metodológicas para os métodos e exercícios de treino usualmente utilizados no terreno para potenciar as acções explosivas do jogo de voleibol, muitas vezes decisivas no sucesso desportivo.

Uma vez que este trabalho aborda um exercício de treino realizado com três níveis de intensidade, porque lhe estão associados três intervalos de recuperação, este capítulo será dividido em quatro partes. Em primeiro lugar serão apresentados os resultados referentes ao intervalo de recuperação de curta duração, sendo as duas seguintes destinadas à apresentação dos resultados obtidos em situação de exercício com intervalos de recuperação de média e longa duração

Na última parte serão comparadas as três situações abordadas e sugeridas algumas considerações sobre as relações esforço/pausa que melhor se adaptam a sessões de saltos (pliométrica) com volumes desta dimensão e para populações idênticas à representada pela a presente amostra – Equipas de Voleibol dos Campeonatos Portugueses.



#### **4.1 Introdução – Estudo do Comportamento do Ciclo Muscular Alongamento-encurtamento, em exercícios de sucessivos saltos verticais sobre barreiras**

O conhecimento e compreensão dos efeitos da fadiga nos parâmetros biomecânicos e o seu impacto na coordenação neuromuscular, durante a realização de exercícios de salto contínuos, é determinante sempre que se selecciona os exercícios de treino e se define as suas durações e intervalos.

Os exercícios de treino usualmente seleccionados e utilizados no terreno para potenciar as acções explosivas do jogo de voleibol, recorrem a diversas sequências de saltos verticais, respeitando muitas e variadas formas de estruturação e organização.

É possível que as sucessivas cargas de alongamento associadas a estes exercícios de treino provoquem também alterações no comportamento neuromuscular, afectando a capacidade de produção mecânica. Apresentar a natureza das alterações, induzidas por uma eventual fadiga, na capacidade de produção de força, avaliadas através de parâmetros qualitativos – tempo de contacto durante a sequência de saltos como indicador da qualidade técnica de execução, e quantitativos – performance em testes de saltos verticais máximos, é o objectivo central deste capítulo.

#### **4.2 Exercício de Treino de Saltos sobre Barreiras com Intervalos de Repouso de Curta Duração – 2 minutos**

Neste ponto serão apresentados os resultados referentes ao protocolo de exercícios com dois minutos de recuperação entre séries de 20 saltos sobre barreiras.



#### 4.2.1 Evolução dos Tempos de Contacto durante as Séries de Saltos

A Tabela 4-1 apresenta os valores médios, as amplitudes de variação e os desvios padrão dos Tempos de Contacto (TC em ms) referentes às séries realizadas com um intervalo de repouso de 2 minutos.

Tabela 4-1 Duração da fase de impulsão (Tempo de Contacto – TC) durante as 5 séries de 20 repetições do protocolo com intervalos de repouso de 2 minutos. São apresentados os valores de média, desvio padrão (DP) e amplitude (Min – Max), das cinco séries de saltos.

	Série 1	Série 2	Série 3	Série 4	Série 5
Parâmetro	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP
Tempo Contacto (ms)	233.10 ± 29.73	234.45 ± 30.49	235.02 ± 29.32	239.24 ± 29.33	242.59 ± 20.74
Amplitude (Min – Max) (ms)	182.8 – 274.5	187.0 – 266.0	189.30 – 279.3	198.8 – 295.3	204.2 – 277.5

Ao longo das cinco séries verifica-se uma ligeira tendência para o aumento do TC, o qual, entre a série 1 e 5, apresenta um incremento de cerca de 4.07%.

Constituindo o TC um indicador da qualidade técnica da execução da tarefa em causa, o seu incremento, a existir de forma significativa, expressa uma determinada degradação do ciclo muscular de alongamento-encurtamento realizado pelos sujeitos.

Como referido na metodologia, para testar a eventual existência de diferenças entre os tempos de contacto das séries 1 a 5, foi realizada uma análise de variância para medidas repetidas, com cinco factores (séries), para cada intervalo de repouso.

A Figura 4-1 evidencia que as referidas diferenças no tempo de contacto não se revelaram estatisticamente significativas, o que, em primeira análise, parece indiciar que um intervalo de dois minutos entre cinco séries de vinte repetições de saltos sobre barreiras, não degrada de forma acentuada a técnica de execução deste exercício de treino.

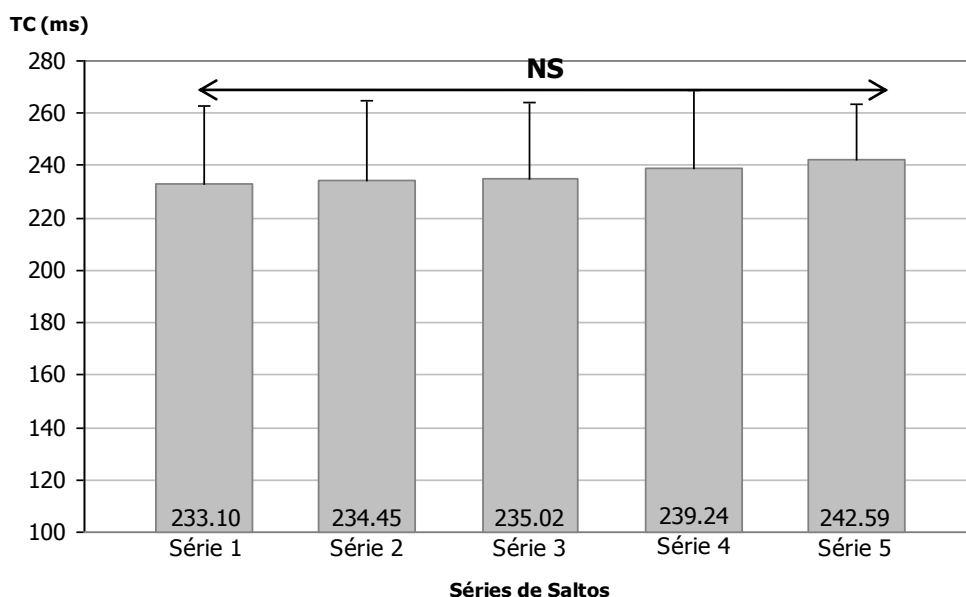


Figura 4-1 Evolução dos Tempos de Contacto durante as Séries de Saltos no Protocolo com 2 minutos de recuperação. (NS: Não Significativo)

#### 4.2.2 Impacto da Sessão nos Indicadores de Performance

Para além da análise do tempo de contacto ao longo das séries, procedemos à aplicação, do início e no final do treino, de vários testes indicadores da performance do CMAE. A Tabela 4-2 apresenta as médias, amplitudes de variação e desvios padrão dos valores de elevação do centro de gravidade (Ecg) no teste *Squat Jump* (SJ), *Counter Movement Jump* (CMJ) e *Drop Jump* (DJ), no início e final da sessão.

Tabela 4-2 Elevação do Centro de Gravidade (Ecg) nos testes de Squat Jump (SJ), Counter Movement Jump (CMJ) e Drop Jump (DJ), antes e depois da aplicação do protocolo de saltos, com 2 minutos de intervalo. São apresentados os valores de média, desvio padrão (DP), e a percentagem de variação entre os momentos inicial e final.

Parâmetro	Antes da 1ª Série	Após a 5ª Série	% da Variação
SJ	38.15 ± 6.36	35.63 ± 5.77	6.6%
CMJ	44.38 ± 5.57	41.13 ± 5.16	7.3%
DJ			
Ecg	41.40 ± 5.09	38.29 ± 4.54	7.5%
TC	304.4 ± 149.0	313.33 ± 173.11	2.9%



O valor do teste SJ apresenta um decréscimo de 6.6% entre o valor inicial e o valor após o protocolo de saltos de barreiras. O mesmo padrão de comportamento foi observado nos testes CMJ e DJ, com decréscimos de 7.3% e 7.5% respectivamente.

Para testar se estes decréscimos podem ser considerados estatisticamente significativos, foram realizados *testes-t* para amostras emparelhadas.

Na Figura 4-2 pode observar-se que qualquer um dos testes indicadores de performance registou um decréscimo significativo.

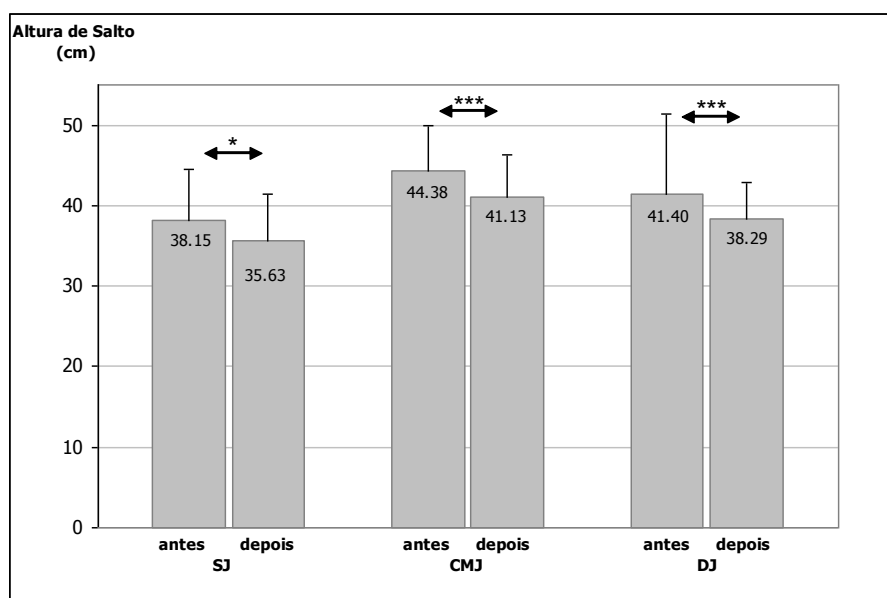


Figura 4-2 Elevação do Centro de Gravidade no *Squat Jump* (SJ), no *Counter Movement Jump* (CMJ) e no *Drop Jump* (DJ), antes e depois do protocolo de saltos com dois minutos de intervalo (\*\*\*  $p < 0.001$ ; \*  $p < 0.05$ ).

#### 4.2.3 Impacto Metabólico – Influência do Intervalo de Curta Duração

Um dos objectivos do presente trabalho centrou-se na avaliação do impacto metabólico (instalação de fadiga) durante a aplicação de protocolos de saltos com diferentes níveis de intensidade (duração do intervalo de repouso).

Em exercícios perspectivados para a potenciação de acções explosivas, devem ser considerados intervalos de repouso suficientes para recuperar índices de capacidade neuromuscular que se adaptem aos objectivos pretendidos.



A Figura 4-3 apresenta a evolução da concentração de lactato sanguíneo durante a aplicação do protocolo que requer durações de pausa de 2 minutos. A recolha foi efectuada imediatamente antes do início das séries de saltos, cerca de 2 minutos após a execução anterior. É possível verificar que a primeira série de 20 saltos provoca, desde logo, um acentuado aumento da lactatémia relativamente ao nível de repouso ( $1.95 \text{ mmol.l}^{-1}$ ).

É ainda notório que um intervalo de repouso de 2 minutos induz um constante aumento da concentração de lactato sanguíneo, até atingir o valor mais elevado à terceira série (6º min), mantendo-se depois constante até ao término da sessão.

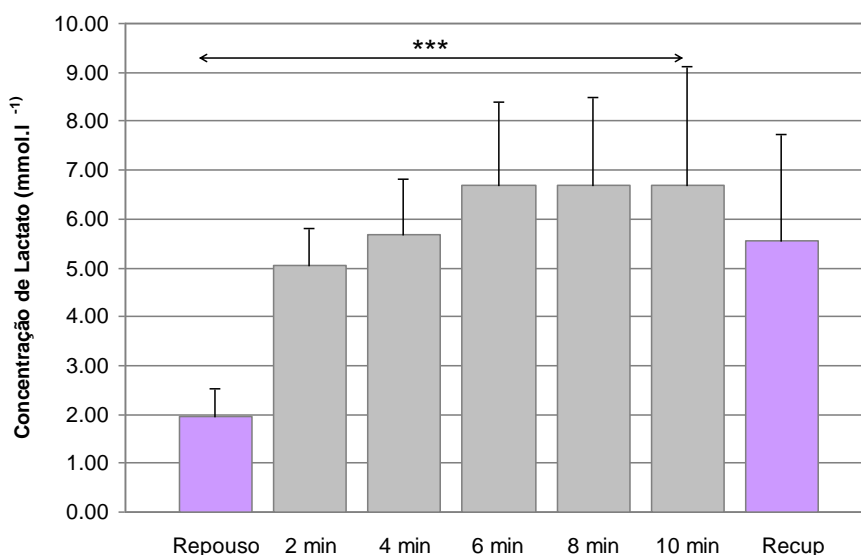


Figura 4-3 Evolução do Lactato Sanguíneo, durante a realização do protocolo com 2 minutos de recuperação. As recolhas foram efectuadas a cada 2 minutos (imediatamente antes de cada série de saltos). A última medida corresponde ao valor obtido 2 minutos após a conclusão do exercício (\*\*\*)  $p < 0.001$ ).

Partindo do pressuposto que a concentração de lactato no sangue representa um indicador do nível de fadiga periférica, e dado que os valores máximos de lactatémia se apresentaram relativamente baixos ( $7.46 \pm 2.37 \text{ mmol.l}^{-1}$ ), quando comparados com outros estudos, que sugerem que a fadiga completa, em esforços anaeróbios, ocorrerá com concentrações entre 20 e 25  $\text{mmol.l}^{-1}$  (Mainwood e Renaud, 1985).

Isto poderá querer indiciar que este tipo de exercício não apresenta elevada dependência do metabolismo glicolítico, recorrendo principalmente à via aláctica e provocando uma eventual fadiga de origem nervosa, como parece indicar o decréscimo dos indicadores de performance (testes de saltos verticais).



### 4.3 Exercício de Treino de Saltos sobre Barreiras com Intervalos de Repouso de Média Duração – 4 minutos

Neste ponto serão apresentados os resultados referentes ao protocolo de exercícios com quatro minutos de recuperação entre séries de 20 saltos sobre barreiras.

#### 4.3.1 Evolução dos Tempos de Contacto durante as Séries de Saltos

Na Tabela 4-3 são apresentados os valores médios, as amplitudes de variação e os desvios padrão dos Tempos de Contacto (TC em ms) referentes às séries realizadas com um intervalo de repouso de 4 minutos.

Tabela 4-3 Duração da fase de impulsão (Tempo de Contacto – TC) durante as 5 séries de 20 repetições do protocolo com intervalos de repouso de 4 minutos. São apresentados os valores de média, desvio padrão (DP) e amplitude (Min – Max), das cinco séries de saltos.

Parâmetro	Série 1	Série 2	Série 3	Série 4	Série 5
	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP
Tempo Contacto (ms)	230.89 ± 33.53	226.69 ± 28.68	224.51 ± 23.36	224.92 ± 22.64	227.27 ± 23.32
Amplitude (Min – Max) (ms)	178.8 – 284.4	188.4 – 276.5	188.8 – 257.7	190.5 – 254.9	190.4 – 251.6

Da análise da tabela podemos observar que, ao longo das cinco séries, o tempo de contacto permanece idêntico (variação de 2.8%), o que parece indicar que a qualidade técnica desta tarefa não sofre alterações quando o intervalo de repouso é de média duração.

A Figura 4-4 representa graficamente que as referidas diferenças no tempo de contacto não se revelaram estatisticamente significativas, o que, à semelhança do que sucede com o intervalo de curta duração, também um intervalo de quatro minutos entre cinco séries de vinte repetições de saltos sobre barreiras não influencia de forma significativa a qualidade técnica de execução deste exercício de treino.



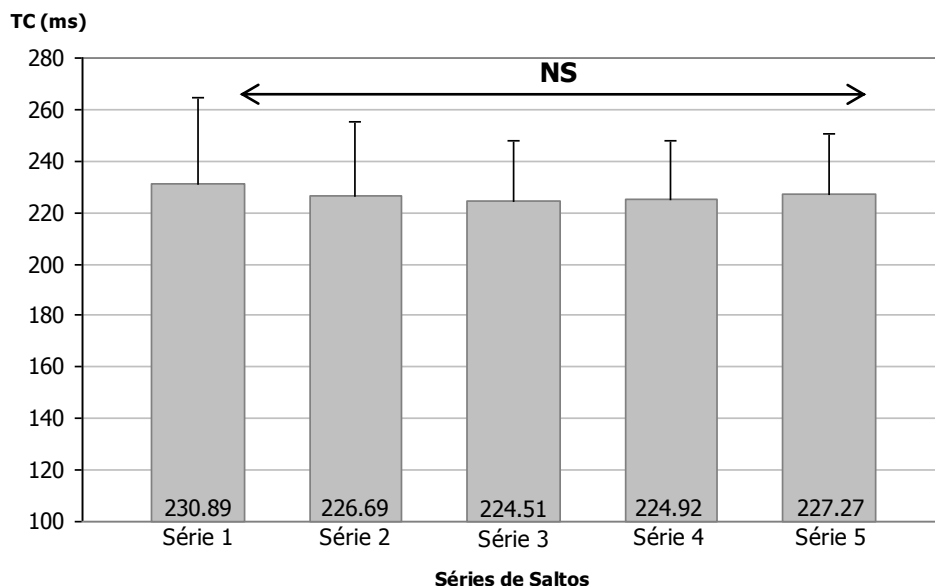


Figura 4-4 Evolução dos Tempos de Contacto durante as Séries de Saltos no Protocolo com 4 minutos de recuperação. (NS: Não Significativo)

#### 4.3.2 Impacto da Sessão nos Indicadores de Performance

Para além da análise do tempo de contacto ao longo das séries, procedemos igualmente à aplicação, do início e no final do treino, de testes indicadores da performance do CMAE.

Na Tabela 4-4 são apresentados os valores médios, amplitudes de variação e desvios padrão dos valores de elevação do centro de gravidade (Ecg) no teste *Squat Jump* (SJ), *Counter Movement Jump* (CMJ) e *Drop Jump* (DJ), no início e final da sessão.

Tabela 4-4 – Elevação do Centro de Gravidade (Ecg) nos testes de Squat Jump (SJ), Counter Movement Jump (CMJ) e Drop Jump (DJ), antes e depois da aplicação do protocolo de saltos, com 4 minutos de intervalo. São apresentados os valores de média, desvio padrão (DP), e a percentagem de variação entre os momentos inicial e final.

Parâmetro	Antes da 1ª Série	Após a 5ª Série	% da Variação
SJ	39.06 ± 6.35	36.33 ± 6.48	7.0%
CMJ	44.27 ± 5,22	41.95 ± 4.41	5.2%
DJ			
Ecg	41.95 ± 4.65	39.85 ± 5.62	5.0%
TC	303.08 ± 139.23	316.17 ± 151.35	4.3%



O valor do teste SJ apresenta um decréscimo de 7% entre o valor inicial e o valor após o protocolo de saltos de barreiras. O mesmo padrão de comportamento foi observado nos testes CMJ e DJ, com decréscimos de 5.2 e 5% respectivamente.

A Figura 4-5 representa graficamente os valores de elevação do centro de gravidade (Ecg) no teste *Squat Jump* (SJ), *Counter Movement Jump* (CMJ) e *Drop Jump* (DJ), bem como os decréscimos significativos verificados no final da sessão.

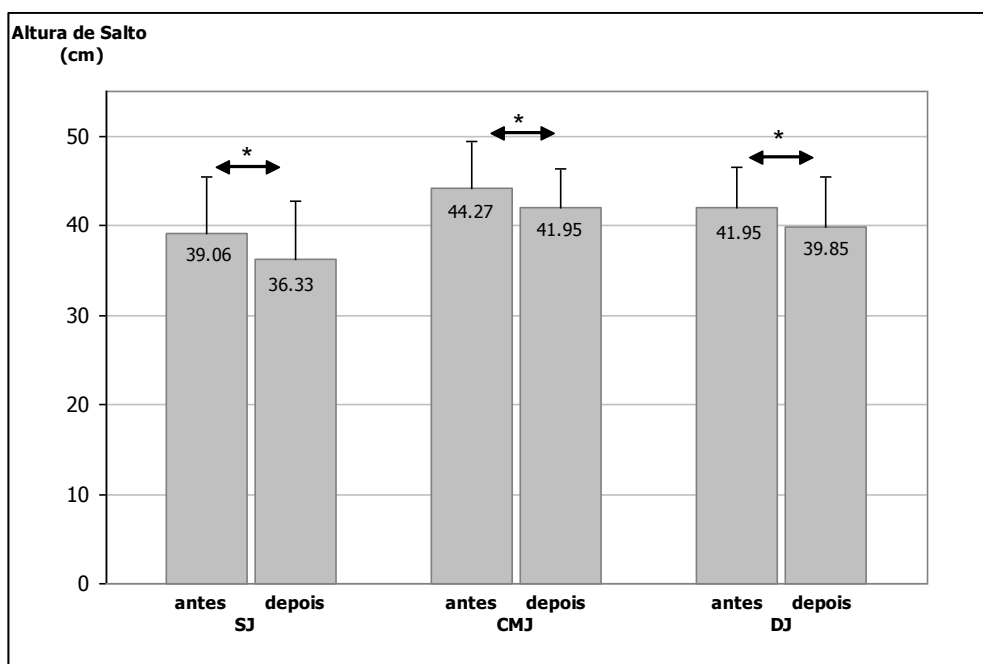


Figura 4-5 Elevação do Centro de Gravidade no *Squat Jump* (SJ), no *Counter Movement Jump* (CMJ) e no *Drop Jump* (DJ), antes e depois do protocolo de saltos com quatro minutos de intervalo (\*  $p < 0.05$ ).

#### 4.3.3 Impacto Metabólico – Influência do Intervalo de Média Duração

A Figura 4-6 apresenta a evolução da concentração de lactato sanguíneo durante a aplicação do protocolo que requer durações de pausa de 4 minutos. A recolha foi efectuada no meio e no final do intervalo de repouso. À semelhança do que ocorre com o protocolo de 2 minutos de intervalo, é também notório um acentuado incremento do lactato sanguíneo logo após a primeira série de 20 saltos ( $1.67 \text{ mmol.l}^{-1}$  –  $4.78 \text{ mmol.l}^{-1}$  –  $5.10 \text{ mmol.l}^{-1}$ ).

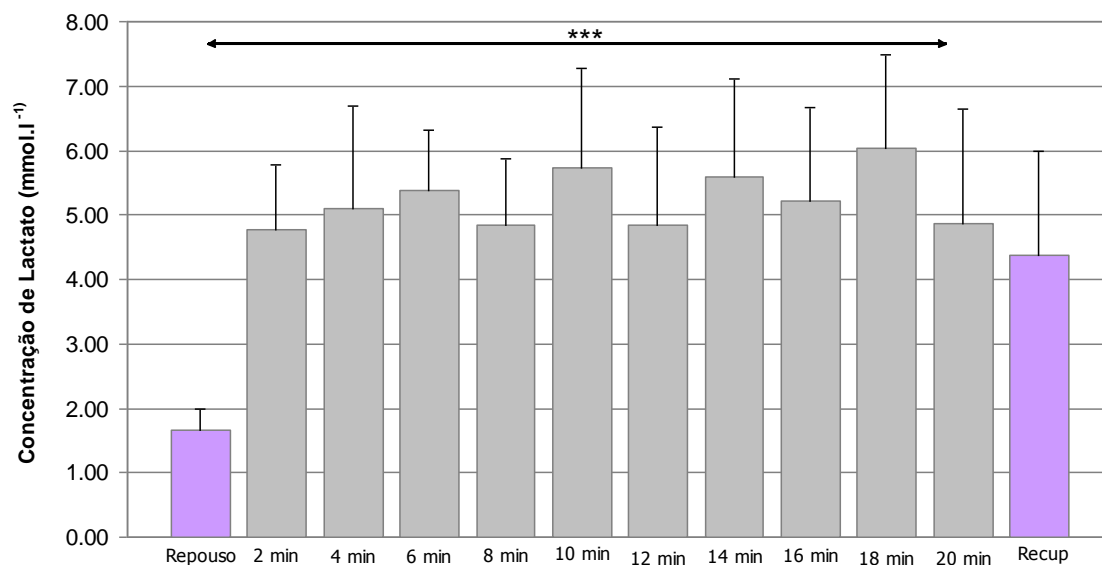


Figura 4-6 Evolução do Lactato Sanguíneo, durante a realização do protocolo com 4 minutos de recuperação. As recolhas foram efectuadas a cada 2 minutos. A última medida corresponde ao valor obtido 2 minutos após a conclusão do exercício de força (\*\*\*)  $p < 0.001$ ).

Contudo, a partir da segunda série de saltos, verifica-se uma oscilação entre os valores de concentração, aumentando após a série de saltos e diminuindo antes do início da seguinte. O padrão é similar em todas as séries, registando-se a concentração mais elevada após a 5ª e última série de saltos ( $6.04 \pm 1.44 \text{ mmol.l}^{-1}$ ). Este valor não se manifesta estatisticamente diferente do obtido com um intervalo de recuperação mais reduzido (2 minutos).



#### 4.4 Exercício de Treino de Saltos sobre Barreiras com Intervalos de Repouso de Longa Duração – 6 minutos

Neste ponto serão apresentados os resultados referentes ao protocolo de exercícios com seis minutos de recuperação entre séries de 20 saltos sobre barreiras.

##### 4.4.1 Evolução dos Tempos de Contacto durante as Séries de Saltos

A Tabela 4-5 apresenta os valores médios, as amplitudes de variação e os desvios padrão dos Tempos de Contacto (TC em ms) referentes às séries realizadas com um intervalo de repouso de seis minutos.

Tabela 4-5 Duração da fase de impulsão (Tempo de Contacto – TC) durante as 5 séries de 20 repetições do protocolo com intervalos de repouso de 6 minutos. São apresentados os valores de média, desvio padrão (DP) e amplitude (Min – Max), das cinco séries de saltos.

Parâmetro	Série 1	Série 2	Série 3	Série 4	Série 5
	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP
Tempo Contacto (ms)	229.73 ± 29.89	223.32 ± 28.34	217.79 ± 27.88	216.33 ± 24.61	217.01 ± 24.69
Amplitude (Min – Max) (ms)	197.3 – 282.7	186.0 – 273.0	184.8 – 265.1	179.0 – 253.8	175.0 – 247.7

Ao longo das quatro primeiras séries verifica-se uma ligeira tendência para a diminuição do TC, apenas apresentando um incremento na última série. Assim, o TC diminui entre a 1ª e 4ª série cerca de 5.8%, aumentado depois apenas 0.3%.

Sendo o TC um indicador da qualidade técnica da execução da tarefa em causa, a sua diminuição pode ser considerada como uma potenciação do ciclo muscular de alongamento-encurtamento realizado pelos sujeitos, o que pode sugerir ser o intervalo de longa duração o que melhor se adapta à tarefa e aos sujeitos em causa.



Na Figura 4-7 evidencia que as referidas diferenças no tempo de contacto revelaram-se estatisticamente significativas, o que, em primeira análise, parece indicar que um intervalo de seis minutos entre cinco séries de vinte repetições de saltos verticais sobre barreiras, potencia a técnica de execução deste exercício de treino.

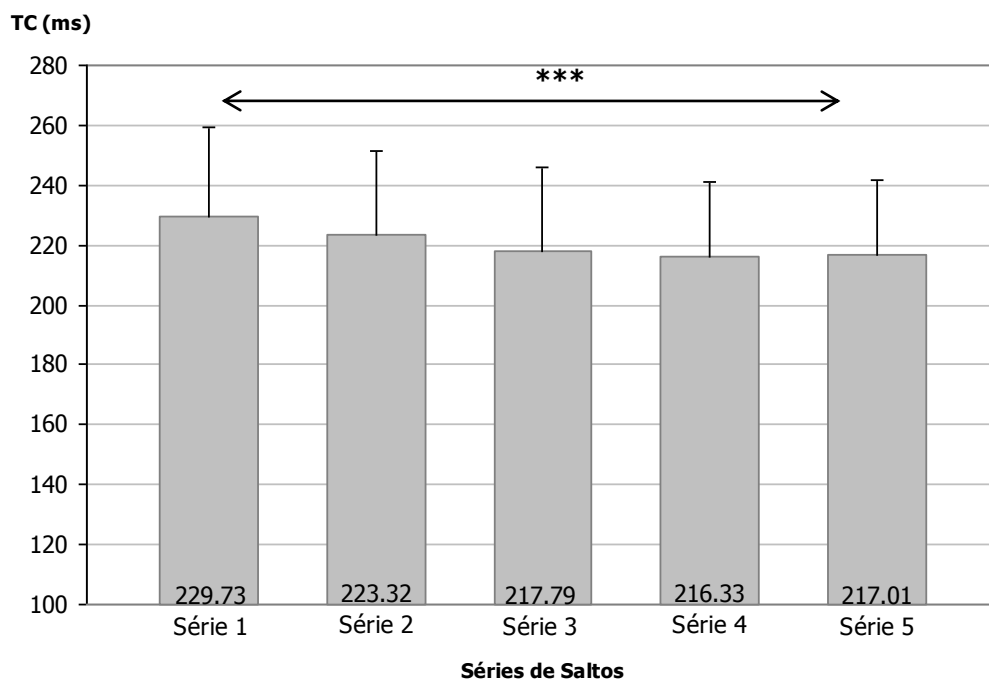


Figura 4-7 Evolução dos Tempos de Contacto durante as Séries de Saltos no Protocolo com 6 minutos de recuperação (\*\*\*)  $p < 0.001$ .

#### 4.4.2 Impacto da Sessão nos Indicadores de Performance

Para além da análise do tempo de contacto ao longo das séries, procedemos igualmente à aplicação, do início e no final do treino, de testes indicadores da performance do CMAE.

Na Tabela 4-6 são apresentados os valores médios, amplitudes de variação e desvios padrão dos valores de elevação do centro de gravidade (Ecg) no teste *Squat Jump* (SJ), *Counter Movement Jump* (CMJ) e *Drop Jump* (DJ), no início e final da sessão.



## APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Tabela 4-6 – Elevação do Centro de Gravidade (Ecg) nos testes de Squat Jump (SJ), Counter Movement Jump (CMJ) e Drop Jump (DJ), antes e depois da aplicação do protocolo de saltos, com 6 minutos de intervalo. São apresentados os valores de média, desvio padrão (DP), e a percentagem de variação entre os momentos inicial e final.

Parâmetro	Antes da 1ª Série	Após a 5ª Série	% da Variação
SJ	39.17 ± 5.32	38.44 ± 5,26	1.7%
CMJ	44.78 ± 5,76	44.30 ± 4,68	1.1%
DJ			
Ecg	41.11 ± 5.79	40.35 ± 5.62	1.8%
TC	306.50 ± 156.26	297.42 ± 135.48	3.0%

O valor dos testes SJ, CMJ e DJ apresentam um decréscimo muito reduzido entre o valor inicial e o valor após o protocolo de saltos de barreiras, que se traduzem em cerca de 1.7%, 1.1% e 1.8% respectivamente.

Sendo a elevação do centro de gravidade um indicador da performance do CMAE, a sua diminuição muito reduzida após a sessão de treino, parece indicar uma ausência de fadiga, o que, mais uma vez, parece sugerir ser o intervalo de longa duração o que melhor se adapta aos objectivos do exercício em causa.

Na Figura 4-8 evidencia graficamente que as referidas diferenças na elevação do centro de gravidade só se mostra significativa do teste de *Squat Jump (SJ)*, sendo consideradas idênticas no *Counter Movement Jump (CMJ)* e *Drop Jump (DJ)*, o que, parece indicar que um intervalo de seis minutos entre cinco séries de vinte repetições de saltos verticais sobre barreiras, não afecta, de forma acentuada, a performance da força reactiva dos sujeitos.



**Altura de Salto  
(cm)**

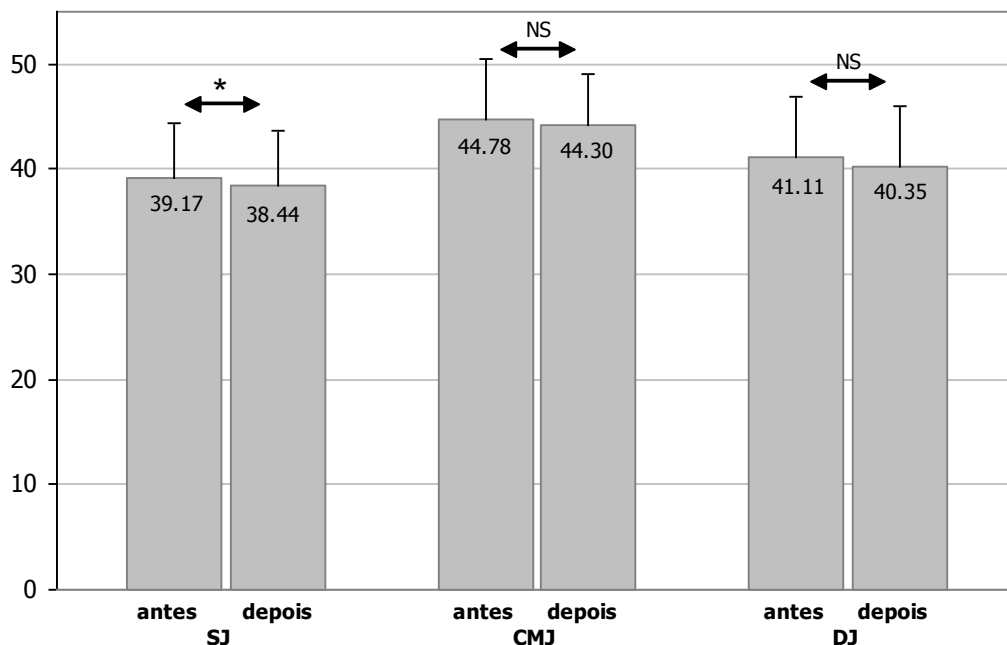


Figura 4-8 Elevação do Centro de Gravidade no *Squat Jump* (SJ), no *Counter Movement Jump* (CMJ) e no *Drop Jump* (DJ), antes e depois do protocolo de saltos com seis minutos de intervalo (\*  $p < 0.05$ ; NS Não Significativo).

#### 4.4.3 Impacto Metabólico – Influência do Intervalo de Longa Duração

A Figura 4-9 apresenta a evolução da concentração de lactato sanguíneo durante a aplicação do protocolo que requer durações de pausa de 6 minutos. Foram efectuadas três recolhas durante o período de recuperação. À semelhança do que ocorre com qualquer um dos protocolos anteriores (2 e 4 minutos de intervalo), é também notório um acentuado incremento do lactato sanguíneo logo após a primeira série de 20 saltos ( $1.91 \text{ mmol.l}^{-1} - 5.88 \text{ mmol.l}^{-1}$ ).



## APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

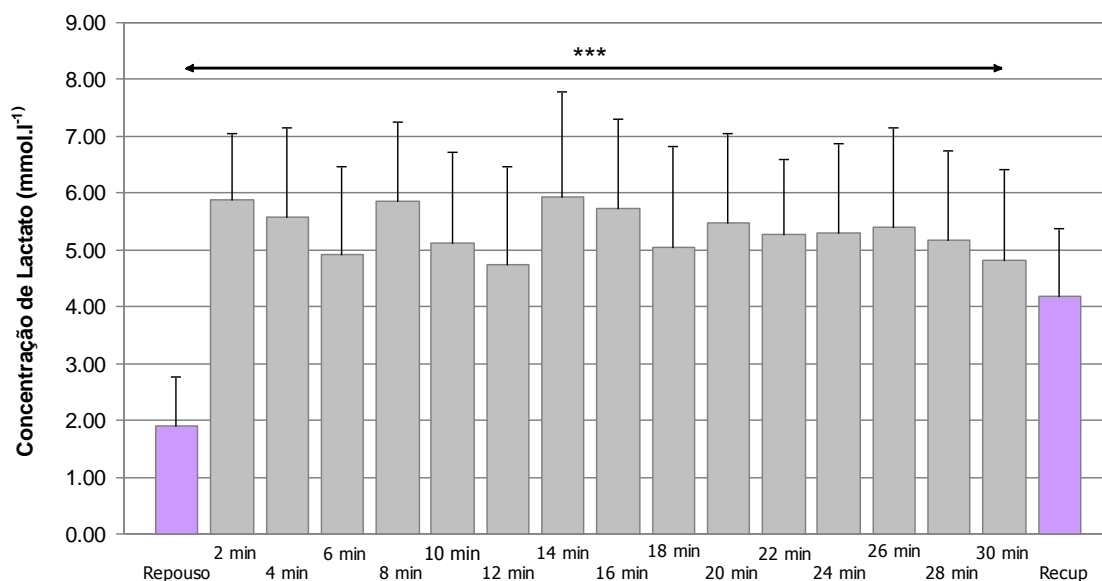


Figura 4-9 Evolução do Lactato Sanguíneo, durante a realização do protocolo com 6 minutos de recuperação. As recolhas foram efectuadas a cada 2 minutos. A última medida corresponde ao valor obtido 2 minutos após a conclusão do exercício de força (\*\*\*)  $p < 0.001$ ).

Também neste protocolo, à semelhança do que acontece para o exercício com 4 minutos de recuperação, existe um aumento da lactatémia logo após a execução das séries de saltos e uma progressiva diminuição durante o período de recuperação. O padrão é similar em todas as séries, registando-se a concentração mais elevada após a 3ª série de saltos ( $5.93 \pm 1.87 \text{ mmol.l}^{-1}$ ), mantendo-se depois mais constante ao nível médio de  $5.13 \text{ mmol.l}^{-1}$ .





#### 4.5 Comparação entre Protocolos de Saltos, em função do Tempo de Recuperação entre Séries

Neste ponto será efectuada uma comparação entre os resultados obtidos nos diferentes protocolos de exercícios, ou seja, quando efectuados com dois, quatro e seis minutos de intervalo entre séries.

Assim, relativamente aos tempos de contacto nas cinco séries de saltos, são apresentados na Tabela 4-7 os valores médios e desvio padrão dos tempos de contacto, assim como os valores máximo e mínimo verificados em cada protocolo de exercício.

Tabela 4-7 Duração da fase de impulsão (Tempo de Contacto – TC) durante as 5 séries de 20 repetições de cada um dos intervalos de repouso estudados. São apresentados os valores de média e desvio padrão (DP).

Parâmetro	Int. Repouso	Int. Repouso	Int. Repouso
	2 min	4 min	6 min
	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP
Tempo de Contacto (ms)	236.9 ± 26.4	226.9 ± 25.0	220.8 ± 25.9
Amplitude (Máx – Min) (ms)	(269.7 – 197.5)	(260.6 – 188.0)	(261.7 – 184.4)

Da análise da tabela podemos verificar que à medida que o tempo de repouso aumenta verifica-se uma diminuição do tempo de contacto durante a execução da tarefa, sendo superior no protocolo com intervalo mais reduzido e inferior no protocolo com intervalo de recuperação mais longo.

Se considerarmos que o tempo de contacto constitui um indicador da qualidade técnica da execução da tarefa em causa, o que aliás parece ser consenso na literatura da especialidade, podemos referir que quanto maior for a qualidade técnica do gesto, menor será o tempo de contacto com o solo durante a sua execução. Assim, de acordo com este pressuposto, sempre que o tempo de contacto com o solo é reduzido verifica-se uma potenciação do ciclo muscular alongamento-encurtamento, traduzindo



## APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

uma boa qualidade técnica, e o seu incremento, caso se verifique, expressa uma determinada degradação do CMAE, reflectindo-se negativamente na qualidade da execução.

Ao analisarmos os resultados obtidos em cada um dos protocolos, verificamos que existe uma diminuição do tempo de contacto sempre que se verifica um aumento do tempo de recuperação, diminuindo 4.2% e 2.7% do protocolo de 2 minutos de recuperação para o de 4, e do de quatro minutos para o de seis, respectivamente.

Sendo assim, estes resultados parecem indicar que um intervalo de seis minutos entre cinco séries de vinte repetições de saltos verticais sobre barreiras, potencia a técnica de execução deste exercício de treino, sugerindo ser o intervalo de longa duração o que melhor se adapta à qualidade da execução e aos objectivos da tarefa.

Já no que se refere aos indicadores de performance, ou seja, aos testes de *Squat Jump (SJ)*, *Counter Movement Jump (CMJ)* e *Drop Jump (DJ)*, efectuados no início e no final de cada sessão de treino, as diferenças verificadas entre protocolos podem ser observadas na Tabela 4-8.

Tabela 4-8 Elevação do Centro de Gravidade (Ecg) nos testes de Squat Jump (SJ), Counter Movement Jump (CMJ) e Drop Jump (DJ), antes e depois da aplicação de cada protocolo de pliometria (treino de saltos). São apresentados os valores de média, desvio padrão (DP), e nível de significância estatística entre as três condições estudadas (\*  $p < 0.05$ ; \*\*\*  $p < 0.001$ ).

Parâmetro		Int. Repouso	Int. Repouso	Int. Repouso
		2 min	4 min	6 min
		Média $\pm$ DP	Média $\pm$ DP	Média $\pm$ DP
SJ (cm)	Antes	38.15 $\pm$ 6.36	39.06 $\pm$ 6.35	39.17 $\pm$ 5.32
	Depois	35.63 $\pm$ 5.77 *	36.33 $\pm$ 6.48 *	38.44 $\pm$ 5.26 *
CMJ (cm)	Antes	44.38 $\pm$ 5.57	44.27 $\pm$ 5.22	44.78 $\pm$ 5.76
	Depois	41.13 $\pm$ 5.16 ***	41.95 $\pm$ 4.41*	44.30 $\pm$ 4.68 (ns)
DJ (cm)	Antes	41.40 $\pm$ 5.09	41.95 $\pm$ 4.65	41.11 $\pm$ 5.79
	Depois	38.29 $\pm$ 4.54 ***	39.85 $\pm$ 5.62*	40.35 $\pm$ 5.62 (ns)



Da análise da tabela podemos verificar que as diferenças verificadas no teste de *Squat Jump* (SJ) são idênticas nos três protocolos de treino, o que sugere que este parâmetro não é influenciável pelo tempo de recuperação. Se considerarmos que o *Squat Jump* (SJ) pretende avaliar fundamentalmente a componente contráctil muscular dos membros inferiores, uma vez que se trata de uma acção muscular puramente concêntrica, podemos considerar que o desempenho em exercícios deste tipo possa ser influenciado por uma eventual fadiga periférica, provocada pela acumulação de ácido láctico no músculo.

Já o mesmo não acontece, de igual forma, relativamente aos testes de *Counter Movement Jump* (CMJ) e *Drop Jump* (DJ), que se apresentam bastante influenciáveis pelo tempo de recuperação, sendo significativamente afectados sempre que este é reduzido. Na realização do *Counter Movement Jump* (CMJ) e *Drop Jump* (DJ), o trabalho concêntrico é precedido por um trabalho excêntrico. Segundo Schmidbleicher (1996) para além da componente contráctil dos músculos dos membros inferiores, intervém também e de uma forma importante, a componente elástica e reflexa para potenciar o teste. No SJ a força aumenta progressivamente a partir do zero em contraste com o CMJ e com o DJ, que no início da fase positiva se caracterizam por um elevado nível de força inicial, provocado pela pré-activação neuromuscular associada ao contra-movimento.

O desempenho em exercícios caracterizados por um CMAE destaca-se pelos complexos fenómenos que envolvem tanto os processos neuromusculares como as propriedades visco-elásticas dos músculos extensores das pernas (Bosco, 1994). Para colocar em evidência as capacidades elásticas dos citados músculos, devem-se confrontar os valores do SJ com os do CMJ e DJ. A diferença a favor destes deve atribuir-se, sem dúvida, ao estiramento prévio da fase de impulsão. Segundo Bosco (1994) a esta diferença pode chamar-se Índice de Elasticidade e corresponde à capacidade de retirar benefício das características visco-elásticas e neuromusculares.

Se olharmos para os resultados obtidos no teste de *Squat Jump* (SJ), verificamos que a componente contráctil do músculo é afectada de forma significativamente nos três protocolos de treino, não sendo influenciada pelo tempo de recuperação. Já os



## *APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS*

resultados obtidos no CMJ e DJ, onde é solicitada a componente elástica do músculo, são significativamente afectados pelo reduzido tempo de repouso, não se verificando alterações quando este intervalo permite uma boa recuperação.

Assim, os resultados parecem indicar que a componente contráctil é sempre afectada após uma sessão de treino, independentemente do intervalo de recuperação usado, sendo este determinante para a potenciação do CMAE.

De acordo com o referido, também no que se refere aos indicadores de performance, parece ser o protocolo com intervalo de recuperação de longa duração (seis minutos) o que melhor se adapta às características da tarefa e dos sujeitos.

Relativamente à influência da duração do intervalo de repouso no impacto metabólico os resultados parecem confirmar o que foi anteriormente referido. Importa salientar que a repetição de um gesto mecânico de alta intensidade ao longo do tempo resulta numa incapacidade orgânica para manter essa intensidade. Isto é verdade sempre que o exercício envolva um único músculo, um grupo muscular, ou uma larga percentagem da massa muscular corporal.

Muitos trabalhos de referência têm sido desenvolvidos no sentido de se compreender quais os factores individuais que contribuem para a fadiga muscular. Actualmente, é consensual que essa fadiga possa estar relacionada com factores de origem central e/ou periférica. Quando a causa é central, o padrão de activação neural entra em falência. Perante esta condição, ocorre uma incapacidade para activar o número suficiente de unidades motoras que permitam a continuidade do exercício ou da intensidade desejada. Mas quando a causa é periférica, ela também se repercute numa deterioração da resposta contráctil do músculo, o que concorre para um decréscimo da intensidade da tarefa motora.

Em exercícios perspectivados para a potenciação de acções explosivas, devem ser respeitadas durações de esforço que evitem a fadiga periférica induzida pela acumulação excessiva de ácido láctico no músculo, e proporcionados tempos de repouso adequados a um restabelecimento do padrão de activação neural.



Desta forma, pensámos ser pertinente avaliar o impacto metabólico de repetidas séries de saltos sobre barreiras. Esta avaliação centrou-se na análise da evolução da concentração de lactato sanguíneo durante o exercício de treino proposto, realizado a três intensidades distintas – Intervalos de Recuperação de 2, 4 e 6 minutos.

Na Figura 4-10 é possível verificar que existe um padrão de comportamento muito semelhante nas três condições estudadas. É notório um incremento acentuado das concentrações de lactato sanguíneo logo após a realização da primeira série de vinte saltos, qualquer que seja o protocolo utilizado.

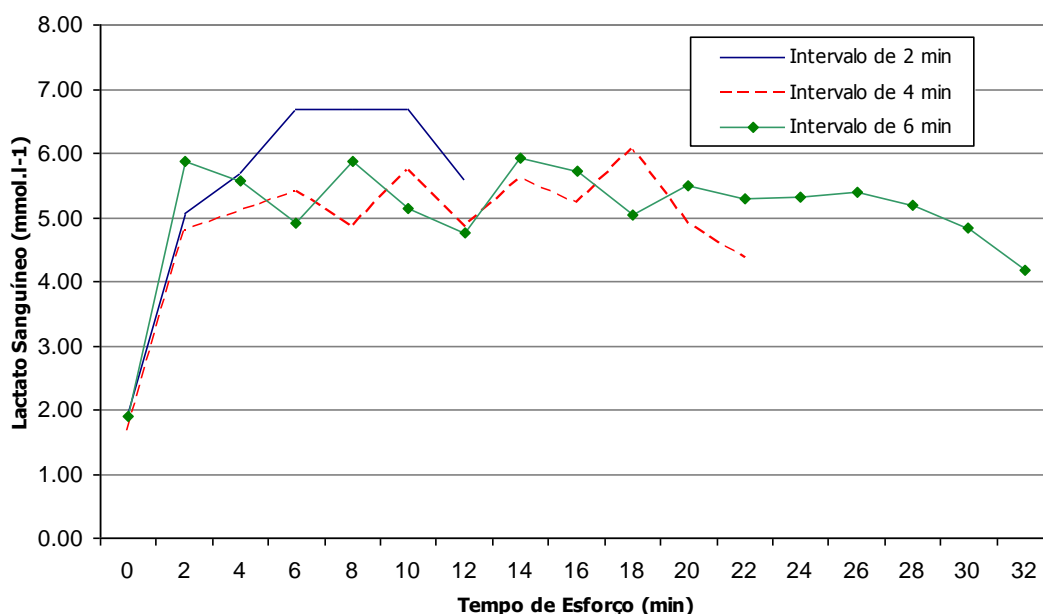


Figura 4-10 Curva de acumulação de Lactato Sanguíneo, durante a realização dos protocolos de pliometria estudados (treino de saltos). As recolhas foram efectuadas a cada 2 minutos. A última medida de cada curva corresponde ao valor obtido 2 minutos após a conclusão do exercício de força.

No entanto, o protocolo que requer intervalos de repouso de curta duração (2 min) induz um constante aumento da concentração de lactato sanguíneo, até atingir o valor mais elevado à terceira série (6º min), mantendo-se depois constante até ao término da sessão.



## APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Já os protocolos que requerem superiores pausas de recuperação (4 e 6 minutos), apresentam uma maior tendência de oscilação dos valores de lactato sanguíneo, o que faz deduzir que a pausa aumentada permite uma maior remoção e/ou utilização do ácido láctico produzido. O comportamento da curva de acumulação é semelhante nestes dois protocolos, verificando-se apenas uma oscilação mais acentuada quando as séries de saltos são realizadas respeitando tempos de intervalo de maior duração (6 minutos).

Contudo, se compararmos apenas os valores de acumulação máxima de lactato, concluímos que o impacto metabólico é idêntico entre os três protocolos. Na Tabela 4-9 é possível constatar que não existem diferenças significativas entre os protocolos estudados. Daqui podemos deduzir que, em esforços com estas características (explosivos e de curta duração), a duração do tempo de recuperação não exerce influência sobre o impacto metabólico. Isto poderá querer indicar que este tipo de exercício não apresenta elevada dependência do metabolismo glicolítico, recorrendo principalmente à via aláctica e, provocando eventual fadiga de origem nervosa, verificada neste trabalho pelo decréscimo dos indicadores de performance (testes de saltos verticais), quando o intervalo de repouso é inferior a seis minutos.

Tabela 4-9 Concentrações de Lactato Sanguíneo em repouso e após a aplicação de cada protocolo de pliometria estudado (treino de saltos). É também apresentado o valor máximo registado durante os 3 protocolos. São apresentados os valores de média, desvio padrão (DP), e nível de significância estatística (NSE) entre as três condições estudadas.

Parâmetro	Int. Repouso 2 min	Int. Repouso 4 min	Int. Repouso 6 min	NSE
	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	
Repouso (mmol.l <sup>-1</sup> )	1.95 ± 0.6	1.67 ± 0.3	1.91 ± 0.9	NS
Máximo (mmol.l <sup>-1</sup> )	7.46 ± 2.4	6.69 ± 1.0	7.0 ± 1.6	NS
Final – 2 min Após Protocolos (mmol.l <sup>-1</sup> )	5.56 ± 2.2	4.37 ± 1.6	4.18 ± 1.2	NS

NS = Não significativo. Não existem diferenças significativas relativamente à concentração de lactato sanguíneo (impacto metabólico) entre as três condições estudadas.



## **Capítulo V — CONCLUSÕES**

<b>5</b>	<b>CAPÍTULO V — CONCLUSÕES</b>	<b>89</b>
<b>5.1</b>	<b>Conclusões Finais</b>	<b>90</b>



## **Capítulo V — CONCLUSÕES**

Neste capítulo pretendemos resumir o conjunto de conclusões sobre os três protocolos analisados neste trabalho, tendo por referência os objectivos enunciados no capítulo I – Introdução.

Para além disso, e no seguimento de algumas dificuldades e limitações sentidas, e porque, durante a realização deste trabalho foram surgindo algumas questões para as quais existem ainda algumas indefinições, finalizaremos a presente dissertação com algumas recomendações e hipóteses de investigação futuras.

### **5.1 Conclusões Finais**

Sendo o Voleibol uma modalidade desportiva de carácter intermitente, o seu rendimento depende de constantes variações de intensidade. Sendo assim, acredita-se que o voleibol depende, em grande parte, de acções explosivas, que recorrem eminentemente à da fonte energética de creatina-fosfato, sendo necessária uma boa base aeróbia para suportar a duração total de um jogo.

Na prescrição do treino, a principal preocupação centra-se na selecção de exercícios de treino que desenvolvam esses factores de rendimento. Outra preocupação fundamental assenta na determinação da relação tempo de esforço/tempo de pausa adequada aos objectivos pretendidos.

Quando o desenvolvimento da força reactiva é um factor em causa, devem ser prescritos exercícios de treino que potenciem o CMAE. No Voleibol nacional, está mais ou menos generalizado que o treino pliométrico ou com multi-saltos tenta responder claramente a essas preocupações.





O objectivo fulcral deste trabalho centrou-se na tentativa de determinar volumes, intensidades, e pausas adequadas aos exercícios usualmente utilizados no terreno, para o treino da Força Reactiva.

Em exercícios perspectivados para este efeito, devem ser respeitadas durações de esforço que evitem a fadiga periférica induzida pela acumulação excessiva de ácido láctico no músculo, e proporcionados tempos de repouso adequados a um restabelecimento do padrão de activação neural.

Desta forma, partimos do exercício de treino mais comum – séries de saltos sobre barreiras – e propusemo-nos a analisar a influência de diferentes durações do intervalo de repouso no desempenho desse exercício de treino.

Após a presente investigação verificámos que, em séries de exercícios de 20 saltos sobre barreiras, o impacto metabólico, avaliado pela acumulação de lactato sanguíneo, é visível logo após a primeira série de saltos, registando-se uma tendência para aumentar se os intervalos de tempo forem de curta duração – 2 minutos.

Se olharmos para os resultados obtidos no teste de desempenho explosivo máximo *Squat Jump (SJ)*, que pretende avaliar fundamentalmente a componente contráctil muscular, podemos verificar que o desempenho é sempre afectado, independentemente do intervalo de repouso atribuído, e pode estar relacionado com a acumulação de ácido láctico no músculo, que é semelhante nos três protocolos.

Contudo, parece não ser a fadiga láctica a principal responsável pelo decréscimo do desempenho em ciclo muscular alongamento-encurtamento. Sempre que os exercícios envolvem o CMAE (CMJ e DJ), e portanto, dependem também da componente elástica do músculo e da contribuição reflexa, os níveis de desempenho não são afectados se forem cumpridos seis minutos de repouso entre as séries de saltos.

Por outro lado, a qualidade técnica de execução, avaliada através do tempo de contacto ao longo das cinco séries de saltos, é potencializada, sempre que é respeitado um intervalo de repouso entre séries de seis minutos, no mínimo.



Ao nível do TD, os objectivos determinam a manipulação das variáveis influenciadoras dos exercícios prescritos (Baechle, *et al.*, 2000). A construção de um programa de treino da força é assim a conjugação de parâmetros como a intensidade, o número de treinos por semana, o número de séries, o número de repetições e o IR (Fleck & Kraemer, 2004). A manipulação destas variáveis permite alcançar diferentes objectivos e controlar a fadiga muscular.

Os exercícios designados para o aumento da potência muscular requerem taxas máximas de desenvolvimento de força, de modo a permitir uma recuperação suficiente para a execução veloz e consistente da mecânica dos movimentos (Willardson, 2006), e de modo a evitar a instalação precoce da fadiga muscular, a qual reduz a capacidade de gerar força e/ou potência, a correcta determinação do IR é pertinente. O valor de IR emergente do nosso estudo nem sempre está de acordo com as recomendações de alguns dos autores que referenciámos na Revisão da Literatura.

Willardson (2006) refere IR entre os 2 e os 5 minutos, no treino pliométrico, se bem que refira os 3 minutos como intervalo de repouso mínimo entre séries. Nas referências de Verkhoshansky (1999), a prescrição é de 4 séries de 10 saltos em cada sessão de treino, um pouco menos em número de saltos que a utilizada na nossa situação experimental, sendo o IR apresentado de 3 a 10 minutos. O nosso valor encontra-se dentro da latitude sugerida, ainda que ela seja de grande amplitude. Pensamos que esta amplitude se enquadra na classificação que o autor faz na classificação das intensidades de trabalho no treino pliométrico. Multissaltos com grandes deslocamentos, ou saltos ultrapassando grandes obstáculos são para este autor considerados exercícios de elevada intensidade. Faz ainda alusão ao intervalo entre treinos, que deverá ser de 48 a 72 horas, por sinal o período por nós estipulado como mínimo na Metodologia (48 horas), para a aplicação dos diferentes protocolos.

Em situação próxima do nosso estudo, Allerheiligen & Rogers (1994) sugerem para os multissaltos com progressão, em que são utilizadas 2 a 3 séries de 5 a 10 repetições por série, respeitar intervalos de 2 a 3 minutos, ou seja um IR menor do que o encontrado por nós. Talvez o número de séries e de repetições sugeridas pelos



autores, comparadas com o nosso estudo, possa justificar um período de repouso entre séries menor.

Mais próximo dos valores por nós adquiridos, Bompa (1996b), aconselha 5 a 25 séries de 1 a 30 repetições consoante o objectivo do treino e as intensidades utilizadas. Os tempos de descanso entre séries estão dependentes do tipo de esforço produzido, variando entre 2 e 3 minutos, para os exercícios de baixa intensidade, e entre 8 e 10 minutos para os de alta intensidade. No nosso estudo, ficámos na “franja da sombra” dos valores apresentados por este autor. Os 8 a 10 minutos para os exercícios de maior intensidade ficam um pouco acima do IR de 6 minutos por nós determinado.

Schmidtbleicher (1992) quando abordou a organização e caracterização dos métodos de treino da força reactiva, recomendou, como mínimo, 5 minutos de IR aquando do uso de saltos com progressão. Se o treino solicitar saltos em profundidade, aí o IR sobe para os dez minutos.

Corroboramos assim as afirmações de Willardson & Burkett (2006), sobre a importância que o IR tem, como factor de treino ao direccionar as adaptações pretendidas e constatámos a influência que provoca no desempenho muscular em séries subsequentes. O nosso estudo aponta ainda no sentido das afirmações de Tomlin & Wenger (2001), ao dizerem que o desempenho está directamente relacionado com tempo de descanso entre as séries de execução de exercícios de treino.

Todo o trabalho reactivo é essencialmente um trabalho de qualidade, visa melhorar o padrão de activação nervosa, sendo, por isso, imprescindível a observância dos requisitos da técnica de execução, sob pena de o treino se tornar inútil, para os objectivos pretendidos.

Reforçando, os métodos de treino em CMAE apontam fundamentalmente para adaptações no sistema nervoso e como tal, os exercícios vocacionados ao desenvolvimento da força reactiva devem ser realizados em total ausência fadiga (Schmidtbleicher, 1992), implicando a correcta observância dos intervalos de repouso, e o seu cumprimento rigoroso.



## *CONCLUSÕES*

---

Assim, os resultados parecem indicar que para o desenvolvimento da força reactiva, os exercícios de séries de saltos sobre barreiras, deve respeitar um intervalo de repouso mínimo de seis minutos, já que esta duração se revelou determinante para a potenciação do CMAE.



## **BIBLIOGRAFIA**



- Abreu, N. (2003). Influencias del rally point en la preparación de los voleibolistas. *Revista Digital de Educación Física Deportes*, 9(62). Retrieved from [www.efdeportes.com](http://www.efdeportes.com)
- Afonso, J., Mesquita, I., & Palao, J. (2005a). Relationship between the use of commit-block and the numbers of blockers and block effectiveness. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 5(2), 36-45.
- Afonso, J., Mesquita, I., & Palao, J. (2005b). Relationship between the tempo and zone of spike and the number of blockers against the hitters. *International Journal of Volleyball Research*, 8(1), 19-23.
- Allerheiligen, W. (1994). Speed development and plyometric training. . In T. R. Baechle (Ed.), *Essentials of Strength Training and Conditioning* (pp. 314-344). Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Asmussen, E., & Bonde-Petersen, F. (1974). Storage of elastic energy in skeletal muscle in man. *Acta Physiologica Scandinavica*, 91, 385-392.
- Astrand, P., & Rodahl, K. (1986). *Textbook of Work Physiology: Physiological Basis of Exercise*. New York: McGraw-Hill.
- Baache, H. (1984). Genética e predisposição al deport. , 105, 21-25.
- Badillo, J., & Ayestaran, E. (2001). *Fundamentos do Treinamento de Força* (2 ed.). Porto Alegre: Artmed.
- Badillo, J., & Ayestarán, E. (2001). *Fundamentos do Treinamento de Força - Aplicação ao alto rendimento desportivo* (2 ed. Vol. ). Porto Alegre: Artmed.
- Baechle, R., Earle, W., & Wathen, D. (2000). Resistance training. In R. Baechle & W. Earle (Eds.), *Essentials of Strength Training and Conditioning* (pp. 395-425). Champaign: Human Kinetics.
- Baker, D. (1996). Improving, vertical jumping performance through general, special, and specific strength training: a brief review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 10(2), 131-136.
- Balsom, P. D., Seger, J. Y., Sjodin, B., & Ekblom, B. (1992). Maximal-intensity intermittent exercise: effect of recovery duration. *Int J Sports Med*, 13(7), 528-533.
- Barroso, R. (2005). *O Esforço Aeróbio Intermitente em Voleibol*. Unpublished Tese de Mestrado, FMH, Lisboa.
- Beal, D. (1989). Basics team system and tactics. In FIVB (Ed.), *Coaches Manual I* (pp. 333-356).
- Beal, D. (2002). Sistemas y tácticas básicas del equipo. *Manual del Entrenador de Voleibol - Nivel I*. Retrieved from <http://www.rfevb.com/formación>
- Bellendier, J. (2002). Ataque de rotación en el voleibol, un enfoque actualizado. *Efdeportes - Revista Digital*, 8(51). Retrieved from <http://www.efdeportes.com/efd60>



- Bellendier, J. (2003). Una visión analítico-descriptiva del Mundial de Voleibol 'Argentina 2002. *Efdeportes - Revista Digital*, 9(60). Retrieved from <http://www.efdeportes.com/efd60>
- Berriel, G., Fontoura, A., & Foppa, G. (2004). Avaliação quantitativa de saltos verticais em atletas de voleibol masculino na Superliga 2002/2003. *Revista Digital de Educación Física Deportes*, 10(73).
- Biewener, A. A., & Roberts, T. J. (2000). Muscle and tendon contributions to force, work, and elastic energy savings: a comparative perspective. *Exerc Sport Sci Rev*, 28(3), 99-107.
- Bizzocchi, C. (2000). *O Voleibol de Alto Nível - da iniciação à competição*. São Paulo: Fazendo Arte Editorial.
- Black, B. (1995). Conditioning for volleyball. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(5), 53-55.
- Blakey, J. B., & Southard, D. (1987). The combined effects of weight training and plyometrics on dynamic leg strength and leg power *Journal of Applied Sport Sciences Research*, 1, 14-16.
- Blattner, S., & Noble, L. (1979). Relative effects of isokinetic and plyometric training on vertical jump performances. *Research Quarterly*, 50, 533-538.
- Blonc, S., Casas, H., Duche, P., Beaune, B., & Bedu, M. (1998). Effect of recovery duration on the force-velocity relationship. *Int J Sports Med*, 19(4), 272-276.
- Blume, G. (1989). *Voleibol*. Barcelona: Ediciones Martinez Roca, S.A.
- Bobbert, M. F. (1990). Drop jumping as a training method for jumping ability. *Sports Med*, 9(1), 7-22.
- Bobbert, M. F., Gerritsen, K. G., Litjens, M. C., & Van Soest, A. J. (1996). Why is countermovement jump height greater than squat jump height? *Med Sci Sports Exerc*, 28(11), 1402-1412.
- Bobbert, M. F., & van Ingen Schenau, G. J. (1990). Mechanical output about the ankle joint in isokinetic plantar flexion and jumping. *Med Sci Sports Exerc*, 22(5), 660-668.
- Bompa, T. (1990). Periodisation of strength: The most effective methodology of strength training. *National Strength and Conditioning Association Journal*, 12(5), 49-52.
- Bompa, T. (1996a). How to divide your training for a peak performance. *Performance Conditioning for Volleyball*, 4(1), 1-5.
- Bompa, T. (1996b). *Power training for sports. Plyometrics for maximum power development* (New Revised Edition ed.). Canada: Coaching Association of Canada.
- Bosco, C. (1988). El entrenamiento de la fuerza en voleibol. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 2(5-6), 57-62.



- Bosco, C., (1994). *La valoración de la fuerza con el test de Bosco*. Editorial Paidotribo, Barcelona.
- Bosco, C., & Komi, P. (1979). Potentiation of the mechanical behaviour of the human skeletal muscle prestretching. *Acta Physiologica Scandinavia*, 106, 467-472.
- Bosco, C., Komi, P., & Ito, A. (1981). Prestretch potentiation of human skeletal muscle during ballistic movement. *Acta Physiologica Scandinavia*, 11.
- Bosco, C., Komi, P., Pulli, M., Pittera, C., & Montonen, H. (1981). Quelques considerations sur l'entraînement du potencial elastic du muscle squelettique. *Volleyball Technical Journal*, 7(83-88).
- Bosco, C., Tihanyi, J., Latteri, F., Fekete, G., Apor, P., & Rusko, H. (1986). The effect of fatigue on store and re-use of elastic energy in slow and fast types of human skeletal muscle. *Acta Physiol Scand*, 128(1), 109-117.
- Brochado, M., & Kokubun, E. (1997). Interval training during high velocity running: effects of time rest on blood lactate and on kinematic run. *Motriz*, 3, 17-19.
- Butler, R., & Rogness, K. (1983). Strength training for the young volleyball player. *National Strength Continioning Association Journal*, 5(3), 66-68.
- Caldwell, G. (1995). Tendon elasticity and relative length: effects on the hill two-component muscle model. *J of Applied Biomechanics*, v.11, p.1-24, 1995., 11(1), 1-24.
- Campos, G. E., Luecke, T. J., Wendeln, H. K., Toma, K., Hagerman, F. C., Murray, T. F., et al. (2002). Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. *Eur J Appl Physiol*, 88(1-2), 50-60.
- Cardinal, C. (1993). Volleyball - Physical preparation of athletes (part 1). *International Volley Tech*, 3, 3-10.
- Cardinale, M. (2000). Strength training for volleyball: New trends. *The Coach*, 4, 22-25.
- Carvalho, A. (2005). *Análise comparativa de dois programas de treino pliométrico (CAE longo concêntrico versus CAE longo excêntrico)*. Universidade do Porto, Porto.
- Carvalho, C. (1998). *Proposta de sequência e organização metodológica do treino de força ao longo de uma época desportiva: um estudo em voleibolistas juvenis*. Paper presented at the Educação Física: Contexto e Inovação.
- Carvalho, C., & Carvalho, A. (1999). *Algumas das principais orientações metodológicas do treino de força em crianças e jovens*. Paper presented at the Actas do primeiro simpósio de Treino e Avaliação de força e potência muscular.
- Cavagna, G. (1970). Elastic bounce of the body. *Journal of Applied Physiology*, 29(3), 279-282.
- Cavagna, G. (1997). Storage and utilization of elastic energy in skeletal muscle. *Exerc Sport Sci Rev*, 5, 89-129.





- Cavagna, G., Heglund, N., & Taylor, C. (1977). Mechanical work in terrestrial locomotion: two basic mechanisms for minimizing energy expenditure. *Am J Physiol*, 233(5), 243-261.
- Cavagna, G., Saibene, F., & Margaria, R. (1965). Effects of negative work on the amount positive work performed by an isolated muscle. *Journal of Applied Physiology*, 20.
- Cavagna, G. A. (1977). Storage and utilization of elastic energy in skeletal muscle. *Exerc Sport Sci Rev*, 5, 89-129.
- César, B., & Mesquita, I. (2006). Caracterização do ataque do jogador oposto em função do complexo de jogo, do tempo e do efeito do ataque: estudo aplicado no Voleibol feminino de elite. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, 20(1), 59-69.
- Chu, D. (1992). *Jumping into plyometrics*. Champaign: Leisure Press.
- Chu, D. (1998). *Jumping into Plyometrics* (2 ed.). Champaign: Human Kinetics.
- Chu, D., Faigenbaum, A., & Falkel, J. (2006). *Progressive plyometric for kids*. Monterey: Healthy Learning.
- Cometti, G. (1998). *La Pliometria*. Barcelona: Inde Publicaciones.
- Conlee, R., McGowan, C., Fisher, A., Dalsky, G., & Robinson, K. (1982). Physiological effects of power volleyball. *Physician and Sports Medicine*, 10(2), 93-97.
- Crossingham, J., & Dann, S. (2000). *Volleyball in Action*: Crabtree Publishing Company.
- Cunha, P., & Marques, A. (2003). A Eficácia Ofensiva em Voleibol. Estudo da Relação entre a Qualidade do 1º Toque e a Eficácia do Ataque em Voleibolistas Portuguesas da 1ª Divisão. In I. Mesquita, C. Moutinho & R. Faria (Eds.), *Investigação em Voleibol. Estudos Ibéricos* (pp. 180-189). Porto: FCDEF-UP.
- Davis, D., Bosley, E., Gronell, L., Keeney, S., Rossetti, A., Mancinelli, C., et al. (2006). The Relationship of Body Segment Length and Vertical Jump Displacement in Recreational Athletes. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(1), 136-140.
- Desmedt, J., & Godaux, E. (1977). Ballistic contractions in man: characteristic recruitment pattern of single motor units of the tibialis anterior muscle. *J Physiol*, 264, 673-693.
- Dietz, V., Noth, J., & Schmidtleicher, D. (1981). Interaction between pre-activity and stretch reflex in human triceps brachii during landing from forward falls. *J Physiol*, 311, 113-125.
- Dintiman, G., & Ward, R. (1988). *Sport Speed: the speed improvement program for all athletes*. Champaign: Leisure Press.
- Docherty, D., Robbins, D., & Hodgson, M. (2004). Complex Training Revisited: A Review of its Current Status as a Viable Training Approach. *Strength and Conditioning Journal*, 26(6), 52-57.



- Dowling, J., Vamos, L., & (1993). Identification of kinetic and temporal factors related to vertical jump performance. . *J of Applied Biomechanics*, 9(2), 95-110.
- Drauchke, K., & Schulz, U. (2002). *El entrenador de voleibol*. Badalona: Editorial Paidotribo, S.L.
- Dupuis, C., & Tourny-Chollet, C. (2003). Increasing Explosive Power of the Shoulder in Volleyball Players. *Strength and Conditioning Journal*, 25(6), 7-11.
- Dutto, D. J., & Smith, G. A. (2002). Changes in spring-mass characteristics during treadmill running to exhaustion. *Med Sci Sports Exerc*, 34(8), 1324-1331.
- Dyba, W. (1982). Physiological and activity characteristics of volleyball. *Volleyball Technical Journal*, 6(3), 33-51.
- Enoka, R. (1988). *Neuromechanical basis of kinesiology*. Champaign: Human Kinetics.
- Enoka, R. (1994). *Neuromechanics of Human Movement* (2nd. ed.). Champaign, Illinois: Human Kinetics Books.
- Enoka, R. M. (1988). Muscle strength and its development. New perspectives. *Sports Med*, 6(3), 146-168.
- Esper, A. (2003). Cantidad y tipos de saltos que realizan las jugadoras de voleibol en un partido. *Revista Digital de Educación Física Deportes*, 8(58). Retrieved from [www.efdeportes.com/efd58/saltos.htm](http://www.efdeportes.com/efd58/saltos.htm)
- Ettema, G., Huijing, P., & (1989). Properties of the tendinous structures and series elastic component of EDL muscle-tendon complex of the rat. *J of Biomechanics*, 22(11-12), 1209-1215.
- Farley, C. (1997). Role of the stretch-shortening cycle in jumping *J.of Applied Biomechanics*, 13(4), 436-439.
- Fatouros, I. G., Jamurtas, A. Z., Leontsini, D., Taxildaris, K., Aggelousis, N., Kostopoulos, N., *et al.* (2000). Evaluation of plyometric exercise training, weight training, and their combination on vertical jumping performance and leg strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(4), 470-476.
- Fits, R. (1994). Cellular mechanisms of muscular fatigue. *Physiological Reviews*, 74(1), 49-94.
- Fleck, S., & Kraemer, W. (2004). *Designing resistance training programs*. Champaign: Human Kinetics.
- Fröhner, B. (2000). *Volleyball: Game theory and drills*. Toronto: Sports Books Publisher.
- Fukashiro, S., Hay, D. C., & Nagano, A. (2006). Biomechanical behavior of muscle-tendon complex during dynamic human movements. *J Appl Biomech*, 22(2), 131-147.
- Fukashiro, S., Komi, P. V., Jarvinen, M., & Miyashita, M. (1995). In vivo Achilles tendon loading during jumping in humans. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 71(5), 453-458.



- Gabbett, T., Georgieff, B., Anderson, S., Cotton, B., Savovic, D., & Nicholson, L. (2006). Changes in skill and physical fitness following training in talent-identified volleyball players. *J. Strength. Cond. Res*, 20(1), 29-35.
- Gadeken, S. (1999). Off-season strenght, power and plyometric training for Kansas volleyball. *Strength and Conditioning Journal*, 21(5), 49-55.
- Gambetta, L. (1993). Defining strength and its relationship to jump training for volleyball. *Performance Conditioning for Volleyball*, 1(3), 3-7.
- Gambetta, V. (1978). Plyometric training. *USTCA Quarterly Review*, 2.
- Gambetta, V. (1986). Practical Considerations for utilizing plyometrics - Roundtable. *National Strength & Conditioning Association Journal*, 8(3), 14-22.
- Gollhofer, A., & Bruhn, S. (2003). *The biomechanics of jumping*. Boston: Blackwell Science.
- Gollhofer, A., Strojnik, V., Rapp, W., & Schweizer, L. (1992). Behaviour of triceps surae muscle-tendon complex in different jump conditions. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 64(4), 283-291.
- González, C. (2001). *Análisis del esfuerzo en el juego del voleibol, tras los nuevos cambios en el reglamento, mediante una observación sistemática y una medición telemétrica y lactacidémica*. Universidad de Granada, Granada.
- Goubel, F. (1997). Series elastic behavior during the stretchshortening cycle. *Journal of Applied Biomechanics*, 3(4), 439-443.
- Guilherme, A. (2001). *À Beira da Quadra. Técnica e Tática de Voleibol: conhecimentos úteis aos dirigentes, treinadores e atletas* (4th ed.). Belo Horizonte: Minas Ténis Clube.
- Häkkinen, K., & Komi, P. (1983). Electromyographic changes during strength and detraining. *Medicine Science Sports Exercise*, 15(6), 455-460.
- Hasegawa, H., Dziados, J., Newton, R. U., Fry, A. C., Kraemer, W. J., & Häkkinen, K. (2002). Periodized training programmes for athletes. In W. J. H. Kraemer, K. (Ed.), *Strength Training for Sport*, (pp. 69-134). Oxford: Oxford, Blackwell Science.
- Hayrinen, M. (2004). *Differences between winning and losing teams in men's European top-level volleyball*. Paper presented at the Proceedings of VI Conference Performance Analysis, St. Mary's University College - Belfast.
- Herrero, J. A., Izquierdo, M., Maffiuletti, N. A., & Garcia-Lopez, J. (2006). Electromyostimulation and plyometric training effects on jumping and sprint time. *Int J Sports Med*, 27(7), 533-539.
- Hill, A. (1950). The series elastic components of muscle. *Proceedings of the Royal Society Biology*, 137, 273.
- Holcomb, W., Lander, J., Rutland, R., & Wilson, G. (1996). A biomechanical analysis of the vertical jump and three modified plyometric depth jumps. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 10(2), 83-88.



- Horita, T., Komi, P. V., Nicol, C., & Kyrolainen, H. (1996). Stretch shortening cycle fatigue: interactions among joint stiffness, reflex, and muscle mechanical performance in the drop jump [corrected]. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 73(5), 393-403.
- Hoy, M. G., Zajac, F. E., & Gordon, M. E. (1990). A musculoskeletal model of the human lower extremity: the effect of muscle, tendon, and moment arm on the moment-angle relationship of musculotendon actuators at the hip, knee, and ankle. *J Biomech*, 23(2), 157-169.
- Huijing, P. (1992). Elastic potential of muscle. In P. Komi (Ed.), *Strength and power in sport* (pp. 151-168). Oxford: Blackwell Scientific.
- Hyppolyte, R. (1993). L'attaque. *International Volley Tech*, 1, 26-31.
- Jonath, U., & Krempel, R. (1981). *Konditionstraining Training Technik Taktik*: Rowohlt Taschenbuch Verlag GmbH.
- Jones, K., Bishop, P., Hunter, G., & Fleisig, G. (2001). The effects of varying resistance-training loads on intermediate- and high-velocity-specific adaptations. *J Strength Cond Res*, 15(3), 349-356.
- Kawamori, N., & Haff, G. G. (2004). The optimal training load for the development of muscular power. *J Strength Cond Res*, 18(3), 675-684.
- King, I. (1995). Combining Strength Training & Jump Training - For long term development. *Performance Conditioning for Volleyball*, 3(4), 4-5.
- Klula, G., & Dunn, P. (2000). *Winning Edge Series*: (4th ed.): McGraw-Hill Companies.
- Kollias, I., Panoutsakopoulos, V., & Papaiakevou, G. (2004). Comparing jumping ability among athletes of various sports: vertical drop jumping from 60 centimeters. *J Strength Cond Res*, 18(3), 546-550.
- Komi, P. (1992). Stretch-shortening cycle. In P. Komi (Ed.), *Strength and power in sport* (pp. 169-179). Oxford: Blackwell Scientific.
- Komi, P., & Bosco, C. (1978). Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. *Med Sci Sports*, 10(4), 261-265.
- Komi, P., & Gollhofer, A. (1997). Stretch reflexes can have an important role in force enhancement during SSC exercise. *J of Applied Biomechanics*, 13(4), 451-460.
- Komi, P. V. (1984). Physiological and biomechanical correlates of muscle function: effects of muscle structure and stretch-shortening cycle on force and speed. *Exerc Sport Sci Rev*, 12, 81-121.
- Komi, P. V. (2000). Stretch-shortening cycle: a powerful model to study normal and fatigued muscle. *J Biomech*, 33(10), 1197-1206.
- Kountouris, P., & Laios, Y. (2000). Changes affecting the game of Volleyball by the enforcement of the new regulations. *Coaching Volleyball*(Feb - Mar), 26-30.
- Kreighbaum, E., & Barthels, K. (1996). *Biomechanics: A qualitative approach for studying human movement* (4th ed.). New York: Macmillan Publishing Co.



- Kunstlinger, U., Ludwig, H., & Stegemann, J. (1987). Metabolic changes during volleyball matches. *International Journal of Sports Medicine*, 8, 315-322.
- Larson, G., & Potteiger, J. (1997). A comparison three different rest intervals between multiples squat bouts. *J Strength Cond Res*, 11(2), 115-118.
- Latash, M. L., & Zatsiorsky, V. M. (1993). Joint Stiffness - Myth or Reality. *Human Movement Science*, 12(6), 653-692.
- Leenders, T. (1999). Volleyball and Strength. *The Coach*, 2, 24-30.
- Luhtanen, P., & Komi, P. (1979). Mechanical power and segmental contribution to force impulses in long jump take-off. *Journal of Applied Physiology*, 41.
- Lundin, P., & Berg, W. (1991). A review of plyometric training. *Strength and Conditioning Journal*, 13(6), 22-29.
- Mainwood, G., & Renaud, J., (1985). The effect of acid-base on fatigue on skeletal muscle. *Canadian Journal of Physiology Pharmacology*, 63: 403-416.
- Manso, J., Valdivielso, M., & Caballero, J. (1996). *Bases Teóricas del Entrenamiento Deportivo - Principios y Aplicaciones*. Madrid: Gymnos Editorial Deportiva.
- Manzi, V., D'Onofrio, R., Annino, G., & Padua, E. (2004). Tra muro e schiacciata. *Sport & Medicina*, 5, 47-56.
- McLaren, D. (1990). Court games: volleyball and basketball. *Physiology of sports*, 427-463.
- McLaughlin, J. (2006). Attacking. In K. S. Lendeborg (Ed.), *Volleyball Skills and Drills* (pp. 53-68). Illinois: Human Kinetics.
- Mesquita, I. (1998). *O ensino do Voleibol: proposta metodológica*. (3 ed.). Porto: Centro de Estudos dos Jogos Desportivos - Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física.
- Mesquita, I. (2005). A contextualização do treino no Voleibol: a contribuição do construtivismo. In D. Araujo (Ed.), *O contexto da decisão - A acção táctica no desporto*. (pp. 355-378). Lisboa.
- Mesquita, I., Guerra, I., & Araújo, V. (2002). *Processo de Formação do Jovem Jogador de Voleibol*. Lisboa: Centro de Estudos e Formação Desportiva.
- Mil-Homens, P. (1995). *Adaptações musculares ao treino da força*, Universidade Tecnica de Lisboa- FMH, Lisboa.
- Mil-Homens, P. (1998). Estudo do Factor Desportivo - Força. In J. Castelo, H. Barreto, F. Alves, J. Carvalho & J. Vieira (Eds.), *Metodologia do Treino Desportivo*. Lisboa: Edições FMH.
- Millán, C., Ureña, A., Campo, J., Garcia, F., & Valdivielso, F. (2001). Características del juego del Voleibol tras los nuevos cambios en el reglamento. *Efdeportes*, 7(42). Retrieved from <http://www.efdeportes.com>
- Miller, A., & Kenn, J. (1998). Conditioning Requirements for Women's volleyball. *Performance Conditioning for Volleyball*, 5(7), 3-4.



- Miranda, M., & Kokubun, E. (2001). Blood lactate concentration and heart rate steady state during intermittent exercises with short duration. *Motriz*, 7.
- Mirella, R. (2001). *Las nuevas metodologías del entrenamiento de la fuerza, la resistencia, la velocidad y la flexibilidad*. (1ª Edición ed.). Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Monge, M. (2001). Propuesta de un processo de observación de la estrutura del juego en Voleibol. In V. C. i. s. e. deportivo (Ed.) (La importancia de la preparación táctica en la mejora del rendimiento en el Voleibol ed.). Leon: RFEVB.
- Moutinho, C. (1995). A estrutura funcional do Voleibol. In A. Graça & J. Oliveira (Eds.), *O ensino dos jogos desportivos* (pp. 137-152). Porto: CEJD. FCDEF-UP.
- Moutinho, C. (2000). *Estudo da estrutura interna das acções da distribuição em equipas de voleibol de alto nível de rendimento. Contributo para a caracterização e prospectiva do jogador distribuidor*. Universidade do Porto, Porto.
- Moutinho, C., & Fernandes, S. (1996). A influência relativa da eficiência dos procedimentos de jogo na prestação competitiva de uma equipa de voleibol de rendimento. *Estudos CEJD*, 1, 72-77.
- Moutinho, C., Marques, A., & Maia, J. (2003). Estudo da estrutura interna das acções da distribuição em equipas de Voleibol de alto nível de rendimento. In I. Mesquita, C. Moutinho & R. Faria (Eds.), *Investigação em Voleibol. Estudos Ibéricos* (pp. 107-129). Porto: FCDEF-UP.
- National Strength and Conditioning Association. (1990). *Strength training and Conditioning for Volleyball*. Lincoln.
- National Strength and Conditioning Association. (1993). Position Statement: Explosive/plyometric exercises. *NSCAJ*, 15(3), 16.
- Newton, R., Kraemer, W., & Häkkinen, K. (1999). Effects of ballistic training on preseason preparation of elite volleyball players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31(2), 323-330.
- Norman, R. W., & Komi, P. V. (1979). Electromechanical delay in skeletal muscle under normal movement conditions. *Acta Physiol Scand*, 106(3), 241-248.
- Offenbacher, E. (1970). Physics and the vertical jump. *Am J Phys Anthropol*, 38, 41-46.
- Palao, J., & Ureña, A. (2004). Effect of the Setter's position on the Block in Volleyball. *International Journal of Volleyball Research*, 6(1), 29-32.
- Parlebas, P. (1988). *Elementos de sociologia del esporte*. Málaga.
- Peterson, M. D., Rhea, M. R., & Alvar, B. A. (2005). Applications of the dose-response for muscular strength development: a review of meta-analytic efficacy and reliability for designing training prescription. *J Strength Cond Res*, 19(4), 950-958.
- Pincivero, D. M., Gandaio, C. M., & Ito, Y. (2003). Gender-specific knee extensor torque, flexor torque, and muscle fatigue responses during maximal effort contractions. *Eur J Appl Physiol*, 89(2), 134-141.



- Pincivero, D. M., Lephart, S. M., & Karunakara, R. G. (1997). Effects of rest interval on isokinetic strength and functional performance after short-term high intensity training. *Br J Sports Med*, 31(3), 229-234.
- Pino, G., Gómez, E., & Alonso, C. (2002). Algunos cambios en el juego de Voleibol actual y sus efectos en la alta competencia internacional en equipos del sexo masculino. *Efdeportes*, 8(51),
- Poliquin, C. (1988). Strength training for Volleyball *Coaches Manual* (Vol. 2): Canadian Volleyball Association.
- Pousson, M., Van Hoecke, J., & Goubel, F. (1990). Changes in elastic characteristics of human muscle induced by eccentric exercise.. *J Biomech* 23(4), 343-348.
- Quellet, J. (1980). Physiologie Appliquée de l'Activité Physique *Le Volleyball* (pp. 131-137). Québec: Edisem Inc.
- Radcliffe, J., & Farentinos, R. (1985). *Plyometrics: Explosive Power Training* (2 ed.). Champaign: Human Kinetics.
- Rahimi, R. (2005). Effect of diferent rest intervals on the exercise volume completed during squat bouts. *Journal of Sports Science and Medicine*, 4, 361-366.
- Read, M. M., & Cisar, C. (2001). The influence of varied rest interval lengths on depth jump performance. *J Strength Cond Res*, 15(3), 279-283.
- Reeser, J., & Bahr, R. (2003). *Handbook of sports medicine and science: Volleyball*. London: Blackwell Sciences, Ltd.
- Rhea, M. R., Alvar, B. A., & Burkett, L. N. (2002). Single versus multiple sets for strength: a meta-analysis to address the controversy. *Res Q Exerc Sport*, 73(4), 485-488.
- Rimmer, E., & Sleivert, G. (2000). Effects of a plyometrics intervention program on sprint performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(3), 295-301.
- Robinson, J., Stone, M., Johnson, R., Penland, C., Warren, B., & Lewis, R. (1995). Effects of different weight training exercise/rest intervals on strength, power, and high intensity exercise endurance. *Journal Of Strength And Conditional Research*, 9, 216-221.
- Sardinha, L. (1993). Novas tendências na execução do remate de voleibol. *Revista Ludens*, 13(2), 43-53.
- Sardinha, L., & Zebas, C. (1987). *The effect of perceived fatigue on volleyball spike performance*. Del Mar: Research Center for Sports.
- Sawula, L. (1991). Tests used by volleyball coaches for determining physical fitness. *International Volleytech*, 2, 18-24.
- Scates, A., & Linn, M. (2003). *Complete conditioning for volleyball*. Champaign: Human Kinetics.



- Schenau, G., Bobbert, M., & Haan, A. (1997). Does elastic energy enhance work and efficiency in the stretch-shortening cycle? *Journal of Applied Biomechanics*, 13, 389-415.
- Schmidtbleicher, D. (1985). Strength training: Part 2. Structural analysis of motor strength qualities and its applications to training. *Sports-Science Periodical on Research and Technology in Sports: Strength*, W4, 1-10.
- Schmidtbleicher, D. (1985a). Strength training: Part 1. Classification of methods. *Sports-Science Periodical on Research and Technology in Sports: Strength* W4, 1-12.
- Schmidtbleicher, D. (1992). Training for power events. In P. V. Komi (Ed.), *Strength and Power in Sport* (pp. 381-395). Oxford: IOC Medical Commission.
- Schmidtbleicher, D., (1996). O Treino da Força e da Potência em atletas de alto rendimento. In *Curso Satélite do ISBS'96*, Laboratório de Optimização do Rendimento Desportivo, Faculdade de Motricidade Humana.
- Schmidtbleicher, D., & Gollhofer, A. (1991). [Specific methods of strength training also in rehabilitation]. *Sportverletz Sportschaden*, 5(3), 135-141.
- Seixo, P., & Santos, P. (1998). Estudo comparativo da capacidade aeróbia em voleibolistas especializados em diferentes funções. *Medicina Desportiva*, 16(85), 35-42.
- Selinger, A. (1986). *Arie Selinger's Power Volleyball*. New York: St. Martins Press.
- Siff, M., & Verkhoshansky, Y. (2000). *Superentrenamiento*. Barcelona: Paidotribo.
- Silva, R. (1992). *Avaliação dos indicadores de selecção em Voleibol. Aplicação de um modelo estatístico multivariado de classificação em voleibolistas do sexo feminino em escalões de formação*. Unpublished Dissertação apresentada às provas de aptidão Pedagógica e Científica, UP.
- Tanguay, E. (1986). Préparation physique de l'athlète en volley-ball. In C. Cardinale & C. Pelletier (Eds.), *Cahier de l'entraîneurs québécois* (pp. 175-189). Quebec: Federation de Volley-ball du Québec.
- Tant, C., Lamack, D., & Greene, B. (1993). A biomechanical and physiological analysis of the volleyball jump set. *Strength and Conditioning Journal*, 15(4), 25-30.
- Teodorescu, L. (1984). *Problemas de teoria e metodologia nos jogos desportivos*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Thomas, R., & Roger, W. (2000). *Essentials of Strength & Conditioning* (2 ed.): Human Kinetics.
- Tomlin, D. L., & Wenger, H. A. (2001). The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Sports Med*, 31(1), 1-11.
- Torres, J., & Urena, A. (1993). *Manual del preparador de voleibol - Nivel II*. San Fernando.





- Turner, A. M., Owings, M., & Schwane, J. A. (2003). Improvement in running economy after 6 weeks of plyometric training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(1), 60-67.
- Ugrinowitsch, C., & Barbanti, V. (1998). O ciclo de alongamento e encurtamento e a "performance" no salto vertical. . *Revista Paulista de Educação Física*, 12, 85-94.
- Ureña, A. (2000). Efecto del nuevo sistema de puntuación en el voleibol masculino español de máximo nivel. *The coach*( 4), 12-18.
- Ureña, A., Del Campo, J., & Oña Sicília, A. (2003). Incidência de la función ofensiva sobre el rendimiento de la recepción del saque en Voleibol. In I. Mesquita, C. Moutinho & R. Faria (Eds.), *Investigação em Voleibol. Estudos Ibéricos* (pp. 130-141). Porto: FCDEF-UP.
- Vanezis, A., Lee, A., & (2005). A biomechanical analysis of good and poor performers of the vertical jump *Ergonomics*, 48(11-14), 1594-1603(1510).
- Valamatos, M. J. (2003). *Estudo da impulsão dinâmica na transposição da barreira. Com especial referência para as alterações na capacidade de produção mecânica do complexo musculotendinoso*. Tese de Mestrado em Treino de Alto Rendimento. FMH. Lisboa
- Vargas, R. (1982). *La preparacion física en voleibol*. Madrid: Editorial Pila Telena.
- Verkhoshansky, Y. (1973). Depth jumping in the training of jumpers. *Track Technique*, 51, 60-61.
- Verkhoshansky, Y. (1999). *Tudo sobre el método pliométrico, medios y metodos para la mejora de la fuerza explosiva*. Barcelona: Paidotribo.
- Vieira, B., & Fergusson, B. (1996). *Volleyball: Steps to Success* (2 ed.): Human Kinetics Publishers.
- Viitasalo, J. (1991). Evaluation of physical performance characteristics in volleyball. *International Volley Tech*, 3(4-8).
- Viitasalo, J., Rusko, H., Pajala, O., Rahkila, P., Ahila, M., & Montonen, H. (1987). Endurance requirements in volleyball. *Canadien Journal of Applied Sports Science*, 12(4), 194-201.
- Vittori, C. (1990). El entrenamiento de la fuerza para el sprint. *Revista de Entrenamiento deportivo*, 4(4-5), 2-11.
- Voigt, H., & Vetter, K. (2003). The value of strengthdiagnostic for the structure of jump training in volleyball. *European Journal of Sport Science*., 3, 25.
- Weiss, W. (1991). The obtuse nature of muscular strength: the contribution of rest to its development and expression. . *Journal of Strength and Conditioning Research*, 5(4), 219-227.
- Wilk, K. E., Voight, M. L., Keirns, M. A., Gambetta, V., Andrews, J. R., & Dillman, C. J. (1993). Stretch-shortening drills for the upper extremities: theory and clinical application. *J Orthop Sports Phys Ther*, 17(5), 225-239.



- Willardson, J. M. (2006). A brief review: factors affecting the length of the rest interval between resistance exercise sets. *J Strength Cond Res*, 20(4), 978-984.
- Willardson, J. M., & Burkett, L. N. (2005). A comparison of 3 different rest intervals on the exercise volume completed during a workout. *J Strength Cond Res*, 19(1), 23-26.
- Willardson, J. M., & Burkett, L. N. (2006). The effect of rest interval length on bench press performance with heavy vs. light loads. *J Strength Cond Res*, 20(2), 396-399.
- Wilson, G. J., Newton, R. U., Murphy, A. J., & Humphries, B. J. (1993). The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Med Sci Sports Exerc*, 25(11), 1279-1286.
- Woods, S., Bridge, T., Nelson, D., Risse, K., & Pincivero, D. (2004). The effects of rest interval length on ratings of perceived exertion during dynamic knee extension exercise. *J Strength Cond Res*, 18(3), 540-545.
- Yiannis, L., & Panagiotis, K. (2004). Evolution in men's volleyball skills and tactics as evidenced in the Athens 2004 Olympic Games. *International journal of Performance Analysis in Sport*, 5(2), 1-8.
- Young, W. (2000). Specificity of Strength Development for Improving the Takeoff in Jumping Events. In J. Jarver (Ed.), *The Jumps: Contemporary Theory, Techniques & Training*. Tafnews Press.
- Young, W., Pryor, J., & Wilson, G. (1995). Effect of instruction on characteristics of countermovement and drop jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 9, 232-236.
- Zhang, R. (1999). Fundamental technical and tactical aspects of Spike. *The Coach*, 3, 8-13.
- Zimmerman, B. (1999). Changes and potencial possibilities with the introduction of Liberos in Men's World Class Volleyball. . *The Coach*, 1, 4-13.